

GAMTOS TYRIMŲ CENTRO EKOLOGIJOS INSTITUTAS
VILNIAUS UNIVERSITETAS

Daiva Kalytė

PLANKTONO DUMBLIŲ IR VĖŽIAGYVIŲ BENDRIJŲ STRUKTŪRA
IR KAITA CHARAKTERINGUOSE MEZOTROFINIUOSE LIETUVOS
EŽERUOSE

Daktaro disertacija
Biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra (03B)

Vilnius, 2010

Disertacija rengta 2004 – 2010 metais Gamtos tyrimų centro Ekologijos institute.

Mokslinis vadovas:

Doc. dr. Kęstutis Arbačiauskas (Gamtos tyrimų centro Ekologijos institutas,
biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra – 03B)

TURINYS

Įvadas.....	4
1. Literatūros apžvalga.....	10
1.1. Mezotrofinių Lietuvos ežerų charakteristikos.....	10
1.2. Pagrindiniai fitoplanktono vystimąsi lemiantys veiksniai.....	12
1.3. Fitoplanktono sezoninė kaita	20
1.4. Ramybės stadijų reikšmė	21
1.5. Fitoplanktono ir zooplanktono rodikliai naudojami ežerų vandens trofiškumo įvertinimui.....	22
1.6. Fitoplanktono tyrimų apžvalga Lietuvos mezotrofiniuose ežeruose	26
1.7. Zooplanktono tyrimų apžvalga Lietuvos mezotrofiniuose ežeruose	28
2. Bendra tirtų vandens telkinių charakteristika.....	30
3. Tyrimų medžiaga ir darbo metodai.....	35
4. Darbo rezultatai.....	41
4.1. Abiotinės sąlygos tirtų vandens telkinių pelagialėje.....	41
4.2. Ežerų fitoplanktono rūšių įvairovė.....	45
4.3. Vasaros fitoplanktono gausumas ir biomasė	50
4.4. Sezoninė fitoplanktono kaita Baluošo, Baluošų, Daugų, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose.....	58
4.5. Sezoninė fitoplanktono kaita Nevardų ežere	64
4.6. Chlorofilo <i>a</i> kiekis ir trofiškumo indeksai.....	68
4.7. Dumblių aktyvacijos iš diapauzės eksperimentas	73
4.8. Planktono vėžiagyvių įvairovė ir gausa.....	81
5. Apibendrinimas.....	91
Išvados.....	104
Literatūros sąrašas.....	106
Mokslinių publikacijų disertacijos tema sąrašas.....	121
Priedai	

ĮVADAS

Dauguma didesnių Lietuvos ežerų yra priskiriami mezotrofinių vandens telkinių tipui. J. Kavaliauskienė (1996) šiam tipui priskyrė 53,8 % tirtų ežerų. Ežerų trofinė būklė visų pirma vertinama pagal planktono bendrijos produktyvumą ir kitus jos parametrus, todėl procesai vykstantys šioje bendrijoje yra išskirtinės svarbos vertinant ežerų ekologinę būklę ir prognozuojant galimus pokyčius globalios aplinkos kaitos sąlygomis (McCormick, Cairns, 1994; Van Dam et al., 1994; Kavaliauskienė, 1996; Reynolds, 1998; Trifonova, 1998; Wetzel, 2001; Willén, 2001; Wehr, Sheath, 2003). Bendrosios vandens politikos direktyvoje (Water Framework Directive, 2000/60/EC) planktoniniai dumbliai reglamentuojami kaip vienas iš ežerų ir upių ekologinės būklės biotinių vertinimo rodiklių (Lepistö et al., 2006).

Lietuvoje mezotrofiniams priskiriamų ežerų yra gana daug, todėl vertinant šio tipo vandens telkinių būklės pokyčių tendencijas mūsų krašto sąlygomis reikėtų ištirti daugumą tokių ežerų arba pasirinkti tyrimams tokius ežerus, kurie visumoje galėtų reprezentatyviai atspindėti šio tipo ežerų įvairovę. Mes pasirinkome antrą kelią – ištirti charakteringus mezotrofinius Lietuvos ežerus. Mūsų nuomone, siekiant apimti platesnį mezotrofinių ežerų spektrą galima panaudoti informaciją apie ežerų zooplanktono bendrijas. Lietuvoje iki šiol gyvena ledynmečio reliktiniai vėžiagyviai, tarp kurių yra dvi planktono irklakojų vėžiagyvių rūšys, *Limnocalanus macrurus* (G. O. Sars) ir *Eurytemora lacustris* Poppe. Šie irklakojai gyvena tik mezotrofiniuose ežeruose, be to, niekad neaptinkami kartu (Grigelis, Arbačiauskas, 1996, 1997). Taigi, Lietuvos mezotrofinius ežerus pagal zooplanktono bendrijas galima suskirstyti į 3 (charakteringas) grupes: ežerus, kuriuose gyvena tik *L. macrurus*, ežerus su *E. lacustris* ir ežerus be reliktinių planktono vėžiagyvių. Ištyrus po kelis skirtingų grupių ežerus, mūsų nuomone, gali būti gauta informacija leidžianti vertinti

Lietuvos mezotrofinių ežerų būklę. Antra vertus, niekad nebuvo tirta, ar ir kiek skiriasi aukščiau paminėtų ežerų grupių planktono bendrijos.

Pagrindinis dėmesys darbe skiriamas vasaros planktono tyrimams, nes vasara yra tinkamas laikas vertinti ežerų vandens kokybę pagal fitoplanktoną, dėl šiuo metu vidutinės klimato juostos ežerams būdingų palyginti stabilių aplinkos sąlygų (Eloranta, 1993; Padisák et al., 2006; Szelağ-Wasielewska, 2007). Antra vertus, dauguma planktono dumblių rūšių tik tam tikrą gyvenimo ciklo dalį praleidžia vandens storumėje, o likusį laiką būna ramybės stadijose (Padisák, 1992; Rengefors, 1997, Ståhl-Delbanco, 2004), todėl vertinant ežero būklę informatyvūs yra ir sezoniniai fitoplanktono kaitos tyrimai bei ląstelių aktyvacijos iš ramybės stadijų dėsniumai.

Dėl žmonių ūkinės veiklos pastaruoju metu vyksta ežerų eutrofikacija (Kirilova et al., 2010). Antra vertus, eutrofikacijos priežastimi tam tikra dalimi gali būti ir klimato kaita (Blenckner, 2005; Blenckner et al., 2007; De Senerpont Domis et al., 2007). Vykstant ežerų eutrofikacijai ir susidarant deguonies trūkumui hipolimnionė, dalyje ežerų ledynmečio reliktniai vėžiagyviai nyksta (Сущення et al., 1986; Plambeck, 2001 cit. iš Kasprzak et al., 2005). Todėl informacija apie zooplanktoną ir ypač reliktnius planktono vėžiagyvius yra svarbi vertinant dabartinę Lietuvos mezotrofinių ežerų ekologinę būklę ir prognozuojant jos raidos tendencijas.

Darbo tikslas:

Nustatyti charakteringų mezotrofinių Lietuvos ežerų planktono dumblių ir vėžiagyvių bendrijų struktūrą ir kaitą, palyginti šias bendrijas skirtingose ežerų grupėse ir įvertinti Lietuvos mezotrofinių ežerų kitimo tendencijas.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti fitoplanktono rūšių sudėtį, įvairovę ir gausumą, išskirti vyraujančias fitoplanktono rūšis;

- Nustatyti fitoplanktono bendrijų sukcesiją aktyvios vegetacijos periodu;
- Eksperimentiškai ištirti pagrindinių aplinkos veiksnių įtaką fitoplanktono ramybės stadijų aktyvacijai;
- Ištirti zooplanktono rūšių sudėtį, įvairovę ir gausumą;
- Įvertinti zooplanktono ledynmečio reliktnių rūšių gausumą ir jų populiacijų būklę;
- Įvertinti ežerų trofinį lygį ir jo kitimo tendencijas.

Darbo naujumas:

- Atlikti kompleksiniai mezotrofinių ežerų fitoplanktono ir zooplanktono struktūros tyrimai, įvertinta dabartinė mezotrofinių ežerų būklė. Gauti rezultatai papildė mokslinę informaciją apie mezotrofinių Lietuvos ežerų fitoplanktoną ir zooplanktoną;
- Pirmą kartą palyginta ledynmečio reliktnių vėžiagyvių *Limnocalanus macrurus* ir *Eurytemora lacustris* tarpmetinė populiacijų gausumo variacija. Nustatyta, kad *L. macrurus* gausumas skirtingais metais stipriai keičiasi, o tai rodo šios rūšies didesnę, palyginus su *E. lacustris*, jautrumą aplinkos sąlygų kaitai hipolimnione.
- Palygintos fitoplanktono ir zooplanktono bendrijos skirtingose mezotrofinių ežerų grupėse;
- Pirmą kartą Lietuvoje atlikti dumblių ramybės stadijų aktyvacijos veiksnių tyrimai;
- Aptiktos 32 naujos Lietuvai gėlų vandenų dumblių rūšys.

Mokslinė ir praktinė darbo reikšmė:

- Įvertinta dabartinė Lietuvos mezotrofinių ežerų būklė;
- Gauti rezultatai papildė mokslinę informaciją apie mezotrofinių ežerų planktono bendrijas;

- Įvertintas aplinkos veiksnių poveikis fitoplanktono ramybės stadijų aktyvacijai;
- Gauti rezultatai svarbūs vertinant ežerų ekologinę būklę, prognozuojant kitimo tendencijas ir numatant gamtosaugines priemones užtikrinant mezotrofinių ežerų gerą ekologinę būklę.

Ginamieji teiginiai:

- Tirtų ežerų fitoplanktono ir zooplanktono bendrijos atitinka mezotrofinį vandens telkinių tipą;
- Svarbiausias veiksnys dumblių aktyvacijai iš ramybės stadijų yra šviesa, tačiau jos įtaka skirtingoms dumblių klasėms nėra vienodai reikšminga.
- Reikšmingai didesnis iš giluminės ežero dalies sedimentų aktyvuotų dumblių kiekis rodo kad dumblių ramybės stadijų koncentracija šiose dugno nuosėdose yra didesnė nei priekrantėje.
- Reliktiniai planktono vėžiagyviai iki šiol išliko tuose ežeruose, kuriuose gyveno ir anksčiau.
- Reliktinio irklakojo *Limnocalanus macrurus* populiacijų gausumo tarpmetinė variacija yra didesnė nei kito reliktnio irklakojo *Eurytemora lacustris*. Šis skirtumas leidžia teigti, kad pirmosios rūšies atskirų populiacijų išnykimo tikimybė yra didesnė.
- Palyginus skirtingų mezotrofinių ežerų grupių planktono bendrijas reikšmingi skirtumai nustatyti planktono vėžiagyviams, tuo tarpu fitoplanktono skirtumų nerasta, išskyrus sezonines kaitos ypatumus.

Darbo rezultatų aprobavimas ir publikacijos

Mokslinių tyrimų rezultatai skelbti 2 straipsniuose. Su mokslinio darbo tema susijusi medžiaga pristatyta: VIII – ojoje Lietuvos jaunųjų hidroekologų konferencijoje „Vandens ekosistemų įvairovė, funkcionavimas ir kaita“ (Anykščiai, 2005); tarptautiniame jaunųjų tyrėjų simpoziume „Aplinka ir pasaulis“ (Šiauliai, 2006); Europos didžiųjų ežerų simpoziume „Ekosistemų kaita ir jos ekologiniai bei socioekonominiai poveikiai“ (Tartu, 2006); II – ojoje regioninėje studentų konferencijoje „Baltijos jūros regiono vandens ekosistemų bioįvairovė ir funkcionavimas (Klaipėda, 2006); X – ojoje Lietuvos jaunųjų hidroekologų konferencijoje „Vandens ekosistemų įvairovė, funkcionavimas ir kaita“ (Molėtai, 2007); III – ojoje regioninėje studentų konferencijoje „Baltijos jūros regiono vandens ekosistemų bioįvairovė ir funkcionavimas“ (Klaipėda (Juodkrantė), 2008); IV – ojoje tarptautinėje studentų konferencijoje „Baltijos jūros regiono vandens ekosistemų bioįvairovė ir funkcionavimas“ (Dubingiai, 2009); kasmetiniuose VU EI doktorantūros komisijos posėdžiuose (Vilnius, 2004, 2005, 2006, 2007 m.).

Disertacijos struktūra ir apimtis

Disertacija parašyta lietuvių kalba, ją sudaro šie skyriai: įvadas, literatūros apžvalga, medžiaga ir tyrimų metodai, tyrimų rezultatai, apibendrinimas ir išvados. Literatūros sąrašė cituoti 162 literatūros šaltiniai. Pateiktas publikacijų disertacijos tema sąrašas. Disertacijos apimtis – 139 puslapiai, 13 lentelių ir 36 paveikslai.

Padėka

Už suteiktą galimybę ir sąlygas studijuoti doktorantūroje dėkoju Gamtos tyrimų centro Ekologijos instituto vadovybei. Nuoširdžiai dėkoju: darbo vadovui dr. Kęstučiui Arbačiauskui už rūpestį, kantrybę, vertingus patarimus ir pagalbą per visus ketverius doktorantūros metus bei rengiant disertaciją; draugams ir kolegoms: dr. Simonai Smilgevičienei, dr. Audronei Matusevičiūtei, Laurai Andreikėnaitei, Giedrei Višinskienei, Vytautui Rakauskui, dr. Aleksandrui

Rybakovui, dr. Vaidui Palinauskui, dr. Astai Kryžanauskienei ir kolegoms iš KU Baltijos pajūrio aplinkos tyrimų ir planavimo instituto už draugiškumą ir visokeriopą pagalbą; Hidrobiontų ekologijos ir fiziologijos laboratorijos darbuotojams už pagalbą vykdant mokslinius tyrimus; Hidrobotanikos laboratorijos darbuotojams už vertingas konsultacijas ir pagalbą vykdant mokslinius tyrimus; savo šeimai už kantrybę, paramą ir palaikymą; draugams už moralinę paramą. Darbą 2005 metais parėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Įvairūs aplinkos veiksniai (fizikiniai, cheminiai, biotiniai) lemia dumblių ir vėžiagyvių paplitimą, rūšinę sudėtį, gausumą. Šių veiksnių veikiami vandens organizmai sudaro ekologines grupes, kurios prisitaikiusios prie tam tikrų ekologinių veiksnių amplitudės. Organizmai, laisvai gyvenantys visoje vandens masėje vadinami planktonu (Голлербах, Полянский, 1951; Алеев 1990; Jankavičiūtė, 1996; Kostkevičienė, 2009). Ežeruose didžiausias dėmesys skiriamas fitoplanktono tyrimams, nes planktoniniai dumbliai yra pagrindiniai, o dažnai ir vieninteliai pirminės organinės medžiagos producentai (Mills, Forney, 1988). Ne mažiau svarbus pelaginėje mitybos grandinėje yra zooplanktonas, kuris yra jungiamoji grandis tarp pirminių producentų ir aukštesnių mitybos lygmenų. (Крючкова, 1989). Fitoplanktono biomasės ir rūšių sudėties pokyčiai lemia zooplanktono bendrijų pokyčius, kurie savo ruožtu turi įtakos žuvų populiacijoms (Mills, Forney, 1988; Zingel, Haberman, 2008).

1.1. Mezotrofinių Lietuvos ežerų charakteristikos

Lietuva turi tankų hidrografinį tinklą, kurio pagrindiniai komponentai yra upės ir ežerai. Lietuvoje yra priskaičiuojama apie 2850 ežerų, kurių kiekvieno plotas viršija 0,5 ha ir jie užima 908,3 km². Tik 14 ežerų plotas viršija 1000 ha. Tai maži vandens telkiniai, palyginus su didžiais pasaulio ežerais, tačiau jie užima apie 1000 km² plotą, kuris apima apie 1,4 % Lietuvos teritorijos (Kilkus, 2005). Ežerų, kurių plotas mažesnis kaip 0,5 ha yra virš 3000. Šios kategorijos ežerai sudaro apie 83 % bendro šiuo metu suinventorizuotų Lietuvos ežerų skaičiaus ir apie 1,7 % jų bendro ploto (Valiuškevičius, 2007).

53,8 % tirtų Lietuvos ežerų priklauso mezotrofiniam vandens telkinių tipui. (Kavaliauskienė, 1996). Tai gilūs, stratifikuoti, turintys didelį vandens tūrį,

pasižymintys dideliu vandens skaidrumu, žema biogenų koncentracija, gana atsparūs antropogeniniam poveikiui.

Mezotrofiniai ežerai su oligotrofiškumo bruožais sudarė 27,9 % tirtų ežerų (Kavaliauskienė, 1996). Tai patys švariausi, mažiausiai paveikti antropogeninės eutrofikacijos procesų ežerai, kuriose fitoplanktono biomasė intensyvios vegetacijos sezono metu nesiekia 1 mg/l. Tai termiškai gilūs ir vidutinio terminio gylio stratifikuoti ežerai, pasižymintys lėta vandens masių apykaita. Fitoplanktono kiekybiniai rodikliai šio pogrupio ežeruose yra patys mažiausi. Dumblių rūšių skaičius šiuose ežeruose svyruoja nuo 41 iki 117. Vegetacinio periodo laikotarpiu fitoplanktono ląstelių skaičius svyravo nuo 0,07 iki 5,79 mln. ląst./l, o biomasė – nuo 0,046 iki 1,077 mg/l, chlorofilo *a* kiekis – nuo 0,068 iki 4,245 µg/l (Kavaliauskienė, 1996).

72,1 % tirtų ežerų sudaro mezotrofiniai ežerai su įvairaus laipsnio eutrofiškumo bruožais (Kavaliauskienė, 1996). Šio tipo ežeruose dumblių rūšių skaičius svyravo nuo 44 iki 221. Vegetacinio periodo laikotarpiu fitoplanktono ląstelių skaičius šiuose ežeruose kito nuo 0,07 iki 51,19 mln.ląst./l, biomasė – nuo 0,139 iki 15,2 mg/l, chlorofilo *a* kiekis – nuo 0,60 iki 30,2 µg/l, trofiškumo indeksas apskaičiuotas pagal chlorofilo *a* kiekį (I_{chl}) – nuo 34 iki 55, trofiškumo indeksas apskaičiuotas pagal skaidrumą (I_{SD}) – nuo 37 iki 63.

Vyraujančių rūšių kompleksus mezotrofiniuose ežeruose sudaro titnagdumbliai *Stephanodiscus minutulus*, *S. rotula*, *Aulacoseira islandica*, *A. granulata*, *Asterionella formosa*, kriptofininiai *Rhodomonas lacustris*, *Cryptomonas ovata*, šarvadumbliai *Ceratium hirundinella*, melsvabakterės *Anabaena flos-aqua*, *Microcystis aeruginosa*, *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardii* (Kavaliauskienė, 1996).

1. 2. Pagrindiniai fitoplanktono vystymąsi lemiantys veiksniai

Fitoplanktono rūšinė sudėtis bei vystymosi intensyvumas ežeruose glaudžiai susiję su vandens fizinėmis, cheminėmis savybėmis ir hidrobiontų kompleksu (Arhonditsis et al., 2004). Kiekviena dumblių grupė dominuoja esant specifinėms, jai palankioms sąlygoms. Veiksniai, limituojantys ar stimuliuojantys dumblių vystymąsi, skirstomi į abiotinius ir biotinius.

Visi vandenyje gyvenantys organizmai yra kontroliuojami dviem kryptimis: iš viršaus ir iš apačios. Nuo vandenyje esančių biogeninių medžiagų priklauso pirminės produkcijos kiekis, nuo kurio toliau priklauso aukštesnių trofinės grandinės lygmenų kiekybiniai ir kokybiniai rodikliai (bottom-up teorija). Viršutinis trofinės grandinės lygmuo – konsumentai – taip pat veikia žemiau esančius trofinius lygius (top-down teorija). Kuris faktorius veiks stipriau, priklausys nuo organizmo užimamo lygmens mitybinėje grandyje. Žemiausiems mitybinės grandinės lygmenims biogenų kiekis ir prieinamumas turės didesnę įtaką, nei plėšrūnai. Tačiau, kuo organizmai yra aukštesniame trofiniame lygmenyje, tuo didesnę įtaką jiems daro plėšrūnų buvimas (Riemann, Christoffersen, 1993; Bronmark, Hansson, 2005).

ABIOTINIAI VEIKSNIAI

Šviesa. Į vandenį įsiskverbusi Saulės radiacija yra iš dalies sugerama, iš dalies – išsklaidoma. Vandens sugerta radiacija virsta šiluma, o išsklaidyta matomosios spektro dalies radiacija nulemia vandens sluoksnių apšviestumą. Pastarąją radiaciją vandens augalai panaudoja fotosintezės procese, todėl ji dažnai vadinama aktyviaja fotosintezės radiacija. Gylis, kuriame išlieka tik 1 % į vandenį patekusios radiacijos, yra vadinamas fotosintezės zonos riba (Kilkus, 2005). Vandens sluoksnis esantis virš šios ribos vadinamas eufotinė zona (Bronmark, Hansson, 2005). Tokiu būdu į vandenį patenkanti šviesa apsprendžia dumblių

augimo ribas, turi įtakos vertikaliai dumblių pasiskirstymui (Михеева, 1983; Wetzel, 2001).

Šviesos optimumas kiekvienai rūšiai yra skirtingas. Pagal poreikį šviesai išskiriamos dvi dumblių grupės: šviesamėgiai – intensyviau augantys kur daugiau šviesos (žaliadumbliai, melsvabakterės) ir tamsiamėgiai (titnagdumbliai, kai kurios melsvabakterių rūšys) – geriau vystosi gilesniuose vandens sluoksniuose (Kavaliauskienė, 1996; Oliver, Ganf, 2000). Kai kurios euglendumblių ir auksadumblių rūšys esant šviesos trūkumui ir pakankamai organinės medžiagos, minta heterotrofiškai ir vadinami miksotrofais (Васцер и др., 1989).

Vandens skaidrumas apsprendžia eufotinės zonos gylį ir šviesos spektrą. Įvairios dalelės, esančios vandenyje, dažnai mažina šviesos prasiskverbimą į gilesnius sluoksnius, todėl eufotinė zona vandenyje apsiriboja iki tam tikro gylio (Kilkus, 2005).

Metų bėgyje vandens skaidrumas labai kinta. Tai daugiausia lemia fitoplanktono fluktuacijos, kurios vėlgi priklauso nuo hidrometeorologinių sąlygų, biogeninių medžiagų prietakos, o taip pat nuo ryšių tarp atskirų biologinių grandžių (Kilkus, 2005). Tarp vandens skaidrumo ir fitoplanktono biomasės bei chlorofilo *a* kiekio yra glaudus ryšys t.y. nuo vandens skaidrumo priklauso eufotinės zonos storis, taigi ir fitoplanktono pasiskirstymas vandens storumėje. Dumbliams greitai dauginantis, mažėja vandens skaidrumas, ir jie priversti koncentruotis vandens paviršiuje (Kilkus, 1989).

Temperatūra. Vidutinio klimato zonos ežeruose susiformuoja skirtingos temperatūros vandens storumės sluoksniai. Didžiausias gėlo vandens tankis yra esant 3,98° C vandens temperatūrai, o vandens temperatūrai kylant ar krintant, tankis mažėja ir tai nulemia ežero vandens masės terminę stratifikaciją (susisluoksniavimą). Pavasarį ežeruose vyksta konvekcinė sąmaiša, kurios metu įsivyrąja vertikali homotermija – vienoda vandens temperatūra nuo dugno iki paviršiaus. Po to paviršiniai vandens sluoksniai šyla ir atitinkamai mažėja jų tankumas, todėl vanduo paviršiuje yra šiltesnis. Vėjas išjudina paviršinius vandens

sluoksnius, išmaišydamas juos iki tam tikro gylio, priklausomai nuo vėjo jėgos ir krypties. Vasaros viduryje paviršius yra santykinai vienalytis, dažnai kelių metrų gylio temperatūrinis sluoksnis, epilimnionas, po juo yra staigių temperatūrinių pokyčių zona, metalimnionas, ir po to santykinai stabili zona, hipolimnionas, kuri tęsiasi iki dugno. Rudenį vandens paviršiaus temperatūra keičiasi, atitinkamai padidėja vandens tankumas ir galų gale viršutinis sluoksnis pasunkėja. Kai nėra vėjo, persimaišymas vyksta 4^oC temperatūroje. Bet kuriuo atveju pabaigoje susidaro vienodas temperatūrinis pjūvis nuo paviršiaus iki dugno, panašiai toks pat, kaip ir pavasarį. Šis temperatūrinis ciklas vandens ekosistemoje yra labai svarbus. Vandens sluoksnių stabilumas vasaros stratifikacijos metu sumažina persimaišymo tūrį, ir todėl hipolimnionė išsekvojamas deguonis, net jeigu paviršiuje jo gausiai gaminama. Tai yra, susisluoksniavimo sąlygomis nėra jokio atmosferos sąlyčio su hipolimnionu. Kita vertus, dvikartinio visos vandens masės maišymosi rezultatas svarbus tuo, kad maisto medžiagos taip pat maišomos ir persiskirsto. Tos medžiagos, kurios atsiduria apatiniuose vandens sluoksniuose, nuskendus negyvai protoplazmai, atnešamos į paviršinius vandens sluoksnius, kur jos gali dalyvauti fotosintezėje ir kituose metaboliniuose procesuose (Kilkus, 2005).

Temperatūra įtakoja dumblių rūšių įvairovę, veikia dumblių vystymosi greitį. Skirtingų dumblių grupių augimo temperatūrų optimumai skiriasi, todėl keičiantis vandens temperatūrai, keičiasi taksonominė dumblių rūšių sudėtis (Михеева, 1983; Вассер и др., 1989). Didžiąją dalį titnagdumblių rūšių galima priskirti šaltamėgiams (optimali temperatūra apie 15 °C), žaliadumblių, melsvabakterių – šiltamėgiams. (Willén, 1991; Wetzel, 2001).

Vandens masių dinamika lemia temperatūrinių gradientų susidarymą, svarbi paskirstant biogenines medžiagas ir dujas visame vandens stulpe. Dauguma vidutinės klimato juostos ežerų yra dimiktiniai, turi du konvekcines sąmaišos laikotarpius per metus, pavasarį ir rudenį (Kilkus, 2005). Nustatyta, kad turbulentinis maišymasis padidina titnagdumblių produktyvumą (Willén, 1991;

Kavaliauskienė, 1996). Todėl stratifikuotuose ežeruose pavasarį ir rudenį stebimas titnagdumblių vystymosi pikas. Melsvabakterės geriau vystosi „ramiuose“, stratifikuotuose vandens telkiniuose (Oliver, Ganf, 2000). Ramiame vandenyje dominuoja judrios, sugebančios keisti padėtį rūšys.

Pagrindiniai biogeniniai elementai. Azotas ir fosforas – svarbiausieji biogeniniai elementai, nes jie įeina į visų gyvų organizmų sudėtį. Šie elementai vadinami biogeniniais elementais, nes būtent jie dažniausiai limituoja pirminius biologinius procesus ir produkciją (Kilkus, 2005). Biogeninių medžiagų apytaka vandens telkiniuose sudėtinga ir susijusi su organinių medžiagų apytaka. Biogenų koncentracija kinta priklausomai nuo sezono ir maksimalias vertes pasiekia žiemą, kada fotosintezės proceso intensyvumas labai mažas, o organinių medžiagų mineralizacija dugno nuosėdose tęsiasi. Biogenų koncentracijos minimumas stebimas intensyvios vegetacijos metu, ypač vandens telkiniuose su intensyviais produkciniais – destrukciniais procesais (Kilkus, 2005).

Fosforas vandenyje esti mineralinių (fosfatų) ir organinių junginių pavidalu. Ekosistemose didžioji dalis fosforo yra asimiliuota organizmų arba surišta dugno nuosėdose ir yra neprieinama producentams. Tirpi mineralinio fosforo forma – ortofosfatas (PO_4^{3-}) sudaro apie 10 % suminio fosforo. Fosforas į hidroekosistemas patenka su krituliais iš atmosferos ir iš ežero baseino su požeminiu ir paviršiniu vandeniu (Bronmark, Hansson, 2005).

Pagal fosforo koncentraciją galima įvertinti vandens telkinio trofinę būklę. Ultraoligotrofiniuose ežeruose suminio fosforo koncentracija epilimnionė yra $< 5 \mu\text{g/l}$, oligomezotrofiniuose – $5-10 \mu\text{g/l}$, mezoeutrofiniuose – $10-30 \mu\text{g/l}$, eutrofiniuose – $30-100 \mu\text{g/l}$, hipereutrofiniuose – $> 100 \mu\text{g/l}$ (Bronmark, Hansson, 2005; Kilkus, 2005). Nuolatos didėjanti į vandens telkinius patenkančio fosforo koncentracija suardo hidroekosistemos biologinę pusiausvyrą ir skatina eutrofikacijos procesą.

Azotas vandenyje taip pat esti neorganinių ir organinių junginių pavidalu. Neorganiniai yra amonio (NH_4^+), nitritų (NO_2^-) ir nitratų (NO_3^-) jonai. Organinių

azoto junginių yra amino rūgštyse bei organizmų audinių baltymuose; vandenyje jie aptinkami suspensijų (organinių liekanų), koloidų pavidalais (Kilkus, 2005). Bendras azoto kiekis vandenyje ir santykis tarp jo formų keičiasi metų bėgyje. Į vandens telkinį azotas patenka iš atmosferos ištirpdamas ir su krituliais, azoto fiksacijos proceso dėka. Anaerobinėmis sąlygomis, vykstant denitrifikacijos procesams, išsiskiria laisvas azotas (Bronmark, Hansson, 2005). Dumbliai lengviausiai įsisavina amonio junginius, silpniau – nitratų ir nitritų, dar silpniau molekulinį azotą. Oligotrofiniuose vandens telkiniuose azoto koncentracija vandenyje būna apie <300 µg/l, mezotrofiniuose – 300-500 µg/l, o eutrofiniuose – 350-600 µg/l (Kilkus, 2005).

Skirtingų grupių dumbliai skiriasi reiklumu makro ir mikroelementams. Kiekviena dumblių grupė dominuoja esant joms palankioms sąlygoms. Melsvabakterės dominuoja esant didelėms fosforo ir mažoms azoto koncentracijoms (Huszar, Caraco, 1998). Žaliadumbliams ir titnagdumbliams reikia nemažai ir fosforo, ir azoto. Be to titnagdumbliams reikalingas ir silicis (Horne, Goldman, 1994; Graham, Wilcox, 1999). Euglendumbliai gerai vystosi esant daug organinės medžiagos (Dasi et al., 1998; Prasad et al., 2000). Masiškai vystytis auksadumbliams reikalingi didesni kiekiai kalcio (Trifonova, 1990), tuo tarpu didelės fosforo koncentracijos neigiamai veikia šių dumblių vystymąsi (Lee, 1992; Huszar, Caraco, 1998). Žaliadumblio *Phacotus sp.* intensyvesnis dauginimasis taip pat siejamas su didesniais kalcio kiekiais (Reinolds, 1984; Trifonova, 1990).

Vandenyje ištirpusios dujos dalyvauja biologiniuose procesuose ir, kita vertus, yra iš dalies tų procesų (fotosintezės, kvėpavimo) produktai, todėl jų režimas priklauso ir nuo telkinio trofiškumo ir nuo hidrobiontų pasiskirstymo pagal akvatoriją bei gylį (eufotinės zonos storio) (Kilkus, 2005).

Vandenyje ištirpusių dujų kiekis priklauso nuo vandens temperatūros, sąmaišos intensyvumo, biologinių ir biocheminių veiksnių, kurių poveikis gali būti skirtingas skirtingu metų laiku ar net valandomis (Kilkus, 1989; 1993).

Deguonis į vandenį patenka iš atmosferos ir aukštesniųjų augalų bei dumblių vykdomos fotosintezės metu. Fotosintezė tuo intensyvesnė, kuo aukštesnė vandens temperatūra, didesnis apšvietimas ir daugiau maisto medžiagų. Deguonies kiekį vandenyje mažina biologiniai (organizmų kvėpavimas, organinių medžiagų skaidymas) ir biocheminiai (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , H_2S ir kt. oksidacija) procesai (Никанорова, 1989). Deguonies pasiskirstymas vandens masėje priklauso nuo ežero gylio, metų laiko ir ežero trofiškumo. Didėjant ežero trofiškumui, hipolimnione kaupiasi vis didesnis organinės medžiagos kiekis, vykstant destrukcijos procesams naudojamas deguonis, todėl jo koncentracija vandenyje stratifikacijų metu nuolat mažėja. Metalimnione ir epilimnione deguonies atsargas šviesiuoju paros laiku papildoma fotosintezuojantys augalai, todėl jo koncentracija šiuose sluoksniuose gali būti didesnė už sotinančiąją (Kilkus, 2005).

Anglies dioksido (CO_2) tirpumas vandenyje 200 kartų didesnis už deguonies tirpumą ir jo koncentracija vandenyje būna gana didelė. Anglies dioksido pasiskirstymą pagal gylį daugiausia nulemia biologinio metabolizmo procesai: fotosintezė – CO_2 sumažėjimą, o kvėpavimas ir organikos mikrobiologinis ardymas, CO_2 padidėjimą (Kilkus, 2005). Vandens aktyvioji reakcija pH glaudžiai siejasi su anglies dioksido kiekiu vandenyje, kuo jo vandenyje daugiau, tuo mažesnis pH (Kavaliauskienė, 1996).

BIOTINIAI VEIKSNIAI

Vienas iš fitoplanktono vystymąsi reguliuojančių veiksnių yra zooplanktonas. Fitofagai selektyviai pasirenka mažas žiuželinių žaliadumblių, auksadumblių ir kriptofitinių dumblių rūšis (Gervais, 1998). Šių rūšių gausumas fitoplanktone labai priklauso nuo zooplanktono rūšinės sudėties ir gausumo (Riemann, Christoffersen, 1993; Graham, Wilcox, 1999; Olden, 2000; Bronmark, Hansson, 2005).

Zooplanktone dominuoja trys pagrindinės grupės: verpetės (Rotatoria) ir dvi vėžiagyvių (Crustacea) – šakotaūšiai (Cladocera) ir irklakojai (Copepoda). Zooplankterių pasiskirstymas ežere priklauso nuo vandens temperatūros, maisto kiekio ir plėšrūnų buvimo (Riemann, Christoffersen, 1993). Irklakojai vėžiagyviai gali daugintis žemesnėje temperatūroje, tuo tarpu šakotaūšiams vėžiagyviams, vidutinės klimato juostos ežeruose, optimali temperatūra yra 15-25° C. Irklakojai yra labiau išrankūs maistui, bet jiems reikia mažiau maisto kūno biomasės vienetui, jie taip pat mažiau pažeidžiami plėšrūnų nei šakotaūšiai vėžiagyviai (Riemann, Christoffersen, 1993).

Daugelis zooplanktono gyvūnų yra filtratoriai, mintantys dumbliais, bakterijomis ir detritu, kiti organizmai – plėšrūnai. Zooplanktono organizmai skiriasi pagal mitybos būdus ir poreikius. Daugelis šakotaūšių vėžiagyvių (Daphniidae, Chydoridae, Bosminidae ir kt.) yra filtratoriai. Polyphemidae, Cercopagidae, Leptodoridae yra aktyvūs plėšrūnai. Tarp irklakojų vėžiagyvių yra aptinkama mintančių dumbliais, bakterijomis ir detritu (pvz. *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*) bei plėšrių rūšių (*Mesocyclops leuckartii*, *M. oithonoides*, *M. crassus*, *Cyclops strenuus*, *Eucyclops serrulatus*, *E. macrurus*) (Samchyshyna, 2008; Gasiūnaitė, Arbačiauskas, 2009).

Dumbliai sudaro didelę zooplanktono (vėžiagyvių ir verpečių) maisto dalį (Agasild, Nøges, 2005). Maistinės dalelės pasirenkamos selektyviai. Pavienės fitoplanktono ląstelės pasirenkamos dažniau nei siūlinės, kolonijinės ar dygliuotos formos (Wetzel, 1983). Taip pat nustatyta, kad irklakojai vėžiagyviai sugeba suskaidyti *Nostoc* ar *Anabaena* siūlus į mažesnius fragmentus (Nøges, 1999), tačiau kiti autoriai teigia kad nepaisant ląstelių dydžio ir formos, dauguma melsvabakterių nėra noriai valgomos ir apibūdinamos kaip atsparios išėdimui (Carvalho, 1994). Verpetės gali praryti daleles nuo 0,5 iki 18 μm, tai yra nedidelių dydžių dumbliai. Per valandą jos sugeba perfiltruoti iki 1000 kartų didesnę vandens tūrį, nei jų pačių kūno tūris (Bronmark, Hansson, 2005). Vyraujant verpetėms mažų dumblių biomasė sumažės. Vėžiagyviai minta

didesniais dumbliais (1 – 47 μm). Šakotaūšiai vėžiagyviai, net ir didelės dafnijos, minta dalelėmis mažesnėmis nei 50 μm , o irklakojai vėžiagyviai iki 100 μm . Jiems vyraujant sumažės ir didesnių dumblių biomasė. Vėžiagyviai taip pat gali dumblių kiekį veikti ir netiesiogiai – išėdami verpetes ir sudarydami palankesnes sąlygas smulkiems dumbliams vystytis (Hansson, 1998). Planktofagės žuvis išėda stambų zooplanktoną. Sumažėjus vėžiagyvių, susidaro palankios sąlygos vystytis fitoplanktonui, dėl to, vykstant intensyviai fotosintezei, pH gali pakilti ir susidaryti nepalankios sąlygos vystytis zooplanktonui (Riemann, Christoffersen, 1993).

Dumbliai siekdami pasyviai “apsiginti” nuo plėšrūnų dėl fenotipinio plastiškumo sumažėja arba padidėja. Taip pat formuoja kolonijas, išskiria gleives ar tampa toksiškais gyvūnams (kai kurie *Microcystis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Gymnodinium* genčių atstovai) (Bronmark, Hansson, 2005; Lampert, Sommer, 2007). Ištyrus zooplanktono bendrijas melsvabakterių “žydėjimo” metu, išaiškėjo, kad išėdami mažiausi dumbliai, o didžioji dalis stambių melsvabakterių lieka “nevalgoma” (Riemann, Christoffersen, 1993). Taip pat nustatyta, kad esant labai didelei stambių siūlinių ar kolonijinių melsvabakterių biomasei, zooplanktonas veikiamas neigiamai, t.y. pirmiausiai sumažėja stambių šakotaūšių vėžiagyvių biomasė. Tai gali vykti dėl kai kurių melsvabakterių rūšių išskiriamų toksiškų medžiagų arba tiesiog sumažėjus „valgomų“ dumblių (Ghadouani et al., 2003). Kartais mažų kolonijinių ir “norai valgomų” dumblių (pvz. *Sphaerocystis*, *Chroococcus*, *Microcystis*) kiekis ne tik nesumažėja, bet padidėja, nes dėka gleivingo ląstelių apvalkalo, kolonijos lieka nesuvirškintos, o patekusios į fitofagų virškinimo traktus, jos įsisavina daug reikalingų mitybinių medžiagų ir, vėl sugrįžusios į aplinką, gali normaliai vystytis (Wetzel, 1983; Carvalho, 1994; Bronmark, Hansson, 2005; Lampert, Sommer, 2007).

1.3. Fitoplanktono sezoninė kaita

Ežerų dumblių bendrijose dumblių rūšių skaičius gali svyruoti plačiose ribose – nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų. Vyraujančių rūšių dinamika apsprendžia fitoplanktono gausumo dinamiką. Norint suprasti dumblių gausumo pokyčius metų bėgyje, būtina žinoti atskirų rūšių ekologiją ir biologiją. Vienos ar kitos rūšies dominavimas fitoplanktone yra lemiamas įvairių tiek abiotinių, tiek biotinių veiksnių (Trifonova, 1990; Reynolds, 2006).

Dimiktiniuose vidutinio klimato zonos ežeruose nustatyta visa eilė koreliacijų tarp dominuojančių fitoplanktono rūšių gausumo keitimosi metų bėgyje ir kai kurių fizikinių ir biotinių veiksnių (Sommer et al. 1986; Wetzel, 1983, 2001). Žiemą fitoplanktone vyrauja smulkūs miksotrofiniai ir heterotrofiniai žiuželiniai, kurie sugeba vystytis esant žemai temperatūrai ir silpnam apšviestumui. Pavasarį, nutirpus sniegui, pagerėja šviesos režimas bei vyksta intensyvi vandens sąmaiša, gražinanti biogenus iš nuosėdų į vandens masę. Tuo metu stebimas titnagdumblių, kurie yra prisitaikę prie kintančio šviesos režimo, gausumo staigus padidėjimas, kuris tęsiasi vieną – du mėnesius, kol išnaudojamos jiems reikalingų biogenų ir silicio atsargos. Vasaros pradžioje, prasidėjus vandens masės stratifikacijai, stebimas laikinas fitoplanktono vystymosi intensyvumo sumažėjimas. Sparčiai besidauginantis zooplanktonas žymiai sumažina dumblių skaičių. Tačiau, mažėjant fitoplanktono gausumui, sumažėja ir paties zooplanktono (Lampert et al., 1986). Tokiu būdu, sumažėjus zooplanktono „spaudimui“ ir atsistatant biogenų kiekiui vandens masėje, prasideda intensyvus vasaros fitoplanktono vystymasis (Sommer et al. 1986). Pirmiausiai vystosi įvairios kriptofitainių ir auksadumblių smulkios rūšys, bei žaliadumbliai. Sparčiai senkant biogenų kiekiui, pradeda vystytis stambūs titnagdumbliai. Taip vandenyje sumažėja azoto ir silicio. Trūkstant silicio, išivyrauja melsvabakterės ir šarvadumbliai. Vasaros planktonui būdingiausios stambios, lėtai besidauginančios rūšys (Trifonova, 1990). Vasaros fitoplanktonas pasižymi didžiausia rūšių

įvairove. Priklausomai nuo ežero trofinio tipo, vasarą vystosi skirtingos fitoplanktono bendrijos. Eutrofiniuose ežeruose ima sparčiai vystytis fiksuojančios molekulinį azotą melsvabakterės (Oliver, Ganf, 2000). Be to, melsvabakterių sugebėjimas migruoti tarp turtingo maistmedžiagėmis hipolimniono ir epilimniono, kur pakanka šviesos vykti fotosintezei, padidina jų konkurencinį pajėgumą kitų dumblių atžvilgiu. Kituose ežeruose greitai besidauginančios žaliadumblių ir titnagdumblių rūšys tampa pranašesnės už lėtai besidauginančias melsvabakterių rūšis. Rudenį vėl stebimas titnagdumblių vystymosi pakilimas. Mažėjantis šviesos kiekis pradeda riboti dumblių vystimąsi. Fitoplanktono gausumas mažėja, kol lieka vien smulkūs miksotrofiniai ir heterotrofiniai žiuželiniai (Sommer et al. 1986).

1.4. Ramybės stadijų reikšmė

Fitoplanktono sezoninės kaitos reguliavimas tradiciškai aiškinamas maistmedžiagių, plėšrūnų bei kitų abiotinių ir biotinių veiksnių visuma (Wetzel, 2001). Planktono bendrijose rūšys tam tikru laiku gali būti labai gausios, tačiau vėliau išnykti iš vandens masės. Tai ypač būdinga vidutinės klimato juostos vandens telkiniams. Juose dauguma fitoplanktono rūšių didžiąją dalį savo gyvenimo ciklo praleidžia nusėdusios dugno sedimentų paviršiuje (Horne, Goldman, 1994; Karlsson-Elfgren et al., 2004). Todėl būtina į tai atsižvelgti aiškinant fitoplanktono sezoninę kaitą. Kai kuriais atvejais ramybės stadijų sankaupos dugno nuosėdose gali būti labai didelės. Ståhl-Delbanco (2004) nustatė kad metų bėgyje *Microcystis* biomasė bentose ir planktone šiai rūšiai „žydint“ buvo panaši.

Ramybės stadijos būdingos beveik visoms gėlavandenių fitoplanktono grupėms: titnagdumbliams, žaliadumbliams, auksadumbliams, šarvadumbliams ir melsvabakterėms (Rengefors, 1998). Tai gali būti specializuotos ląstelės, tokios kaip cistos, akinetės, sporos arba paprastos vegetatyvinės ląstelės, kurios yra

fiziologiškai neaktyvios (Herdman, 1987; McQuoid, Hobson, 1996; Rengefors, 1997; Baker, Bellifemine, 2000). Diapauzės pagrindinė funkcija yra dumbliams išgyventi nepalankias aplinkos sąlygas (pvz. žema temperatūra ir šviesos trūkumas žiemos metu, nepakankamas biogenų kiekis, deguonies stoka, plėšrūnų gausa) (Reynolds, 1984; Rengefors et al., 1998; Lee, 2008). Ramybės stadijos dugno nuosėdose gali išlikti gyvybingos labai ilgai – dešimtmečius ar net šimtmečius (Willén, 1991). Plačiausiai yra ištyrinėtos šarvadumblių, auksadumblių, melsvabakterių, jūrinių titnagdumblių ramybės stadijos. Ląstelių išėjimą iš cistų lemia tiek išoriniai, tiek vidiniai veiksniai. Pagrindiniai aplinkos veiksniai reguliuojantys ląstelių aktyvaciją yra temperatūra, šviesa, fotoperiodas, deguonies kiekis nuosėdose (Rengefors, 1998; Head et al., 1999; Karlsson-Elfgren et al., 2004; McQuoid, Godhe, 2004; Ståhl-Delbanco, 2004). Kai kurių rūšių melsvabakterių akinetės gali sudyti iš karto atsiradus palankioms sąlygoms, kitoms reikalingas ramybės periodas. Vienu svarbiausių faktorių, skatinančių dygimą įvardijama šviesa. Dygimo greitis proporcingas šviesos intensyvumui, tačiau kai kurių dumblių rūšių dygimas vyksta ir tamsoje (Herdman, 1987). Titnagdumbliams šviesa inicijuoja ląstelių dygimą, o temperatūra nulemia dygimo greitį, tuo tarpu maistmedžiagių kiekis vandenyje yra antraeilis veiksnys (Willén, 1991). Literatūros duomenimis, lauko eksperimento metu ląstelės iš diapauzės aktyviau ritasi priekrantės zonoje, tačiau laboratorijoje, eksperimentinėmis sąlygomis – ir iš priedugnio sedimentų (Rengefors et al., 2004).

1.5. Fitoplanktono ir zooplanktono rodikliai naudojami ežerų vandens trofiškumo įvertinimui

Hidrobiologiniuose tyrimuose fitoplanktono rūšinė sudėtis, jo produktyvumo rodikliai yra svarbūs vandens ekosistemos struktūros elementai. Ne mažiau svarbi ir fitoplanktono dinaminė – fiziologinė funkcija – fotosintezės procesas ir jos metu susidaranti organinė medžiaga, kurią per mitybines grandis

panaudoja kiti hidroekosistemos organizmai. Be to, fotosintezės metu išskiriamas deguonis.

Dumbliai gali palaikyti pastovų fotosintezės greitį keisdami chlorofilo kiekį priklausomai nuo šviesos intensyvumo, t.y. sumažėjus apšviestumui chlorofilo kiekis ląstelėse padidėja. Nežiūrint to, kad chlorofilo kiekis gali keistis, jis paprastai sudaro 2 – 5 % ląstelės sauso svorio. Dėl šios palyginti pastovios dalies ir paprasto, patikimo nustatymo metodo, chlorofilas *a* yra plačiai naudojamas dumblių biomasės įvertinimui (Бульон, 1983; Bronmark, Hansson, 2005; Reynolds, 2006).

Kaip jau minėta, fitoplanktono biomasė ir chlorofilo *a* kiekis yra tiesioginiai vandens telkinių produktyvumo rodikliai. Fitoplanktono biomasės nustatymas remiantis pigmentine analize yra pakankamai pigus metodas ir reikalauja mažiau laiko, lyginant su tradiciniu mikroskopiniu fitoplanktono biomasės nustatymo metodu. Tačiau chlorofilo *a* kiekio tyrimai parodo tik bendrą fitoplanktono biomasę ir, skirtingai nei mikroskopinė analizė, neatspindi planktono dumblių taksonominės sudėties. Svarbu ir tai, kad gauti pigmentų duomenys nėra visiškai analogiški planktono dumblių biomasės tyrimų rezultatams, gautiems mikroskopavimo metodu (Kasperovičienė, 2007b; Kasprzak et al., 2008). Biomasės ir chlorofilo *a* vertės, naudojamos ežerų trofinės būklės vertinimui pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Ežerų trofinės būklės klasifikacija pagal fitoplanktono biomasės ir chlorofilo *a* rodiklius (Kasperovičienė, 2007 b).

Trofinis statusas	Biomasė, mg/l	Chlorofilas <i>a</i> , µg/l
Oligo-mezotrofiniai	<1,0	<2,0
Mezotrofiniai	1–5	2–6
Mezo-eutrofiniai	5–10	6–10
Eutrofiniai	10–20	10–30
Hipertrofiniai	>20	>30

Ne mažiau svarbi vandens kokybės vertinimui yra ir vyraujančių dumblių klasių ir rūšių sudėtis, nes ji taip pats atspindi esamas sąlygas vandens telkiniuose

(Watson et al., 1997; Padisák et al., 2006). Daugelis dumblių rūšių turi pakankamai plačią paplitimo amplitudę, bet jų vyravimo ribos yra žymiai siauresnės.

Žaliadumbliai – didžiausia rūšių įvairovė gėluose vandens telkiniuose išsiskirianti dumblių grupė (John, 1994). Įvairiausi ir gausiausi žaliadumbliai eutrofiniuose ir hipertrofiniuose vandens telkiniuose. Mezotrofiniuose dažnesnės *Ankyra*, *Elakatothrix*, *Monoraphidium*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Chlamydomonas*, *Phacotus*, *Pediastrum*, *Tetrastrum*, *Closterium*, *Sphaerocystis* rūšys (Happey-Wood, 1988; Trifonova, 1990).

Svarbų vaidmenį ežerų fitoplanktono bendrijose atlieka titnagdumbliai. *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella* sp. *Synedra* sp. *Rhizosolenia* sp., *Diatoma*, *Achnanthes*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus* dažnos mezotrofiniuose vandens telkiniuose. Apskritai, išskyrus *Stephanodiscus* sp., titnagdumbliai stipriai eutrofinių ir hipertrofinių sąlygų ežere nepakenčia (Kavaliauskienė, 1996; Wetzel, 2001).

Melsvabakterės dažniausiai vystosi mezotrofiniuose ir eutrofiniuose vandens telkiniuose. Juose dažnesnės *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Limnothrix redekei*, *Pseudanabaena* sp. rūšys. Kai kurios *Anabaena*, *Aphanizomenon* genčių rūšys būdingos hipertrofiniams vandens telkiniams (Rosen, 1981; Trifonova, 1990; Kavaliauskienė, 1996).

Auksadumbliai yra oligotrofinių, oligomezotrofinių vandens telkinių indikatoriai, vis dėlto kai kurios rūšys, pvz. *Dinobryon divergen*, kartais gausiai vystosi eutrofiniuose ir hipereutrofiniuose vandens telkiniuose (Васер и др., 1989; Kavaliauskienė, 1996; De Hoyos et al., 1998; Wehr, Sheath, 2003; Ptacnik et al., 2008). 16 auksadumblių genčių dumbliai yra miksotrofai. Esant fosforo trūkumui šios rūšys gali misti vandenyje ištirpusiomis organinėmis medžiagomis ir dalelėmis (O'Sullivan, Reynolds, 2004; Dokulil, Teubner, 2005).

Euglendumbliai gausiausi turtinguose organinėmis medžiagomis vandens telkiniuose (Wetzel, 1983; Trifonova, 1990; Wehr, Sheath, 2003).

Zooplanktono kiekybiniai ir kokybiniai rodikliai vandens kokybės vertinime naudojami rečiau. Tačiau ir pagal zooplanktono taksonomines grupes bei jų gausumą galima vertinti hidrobiocenozių struktūrą, produktyvumą, taip pat ežerų trofinę būklę (Gannon, Stemberger, 1978). Dominuojančios organizmų rūšys – šakotaūšiai, irklakojai vėžiagyviai bei verpetės – nusako ežero trofiškumą ir kaip efektyviai dumbliai naudojami maistui. Pagal zooplanktono biomasę vasaros laikotarpiu ežerai skirstomi į tris grupes (Maniukas J., Virbickas J. (red.), 1975):

Eutrofiniai – zooplanktono biomasė > 4 mg/l;

Mezotrofiniai – zooplanktono biomasė 1,5-4 mg/l;

Oligotrofiniai – zooplanktono biomasė $< 1,5$ mg/l.

Tuo tarpu Gutelmacheris (Гутельмахер, 1986) pateikia ežerų skirstymą pagal vėžiagyvių filtratorių biomasę:

Eutrofiniai – zooplanktono biomasė $> 2-6$ mg/l;

Mezotrofiniai – zooplanktono biomasė 1-2 mg/l;

Oligotrofiniai – zooplanktono biomasė $< 0,2-1$ mg/l.

Oligotrofinių ir mezotrofinių ežerų metazooplanktone vyrauja stambūs irklakojai vėžiagyviai. Ežerui eutrofikuojantis išivyrauja šakotaūšiai vėžiagyviai, o jų tarpe *Daphnia* genties rūšis pakeičia smulkesnės *Chydorus* ir *Ceriodaphnia* rūšys (Hessen et al., 1986; Jeppesen et al., 2000; Haberman, Laugaste 2003). Mezotrofiniuose ežeruose Cyclopoida būrio atstovai sudaro < 15 % bendros vėžiagyvių biomasės, mezoeutrofiniuose – 15-30 %, o eutrofiniuose – > 30 % (Piasecki, Wolska, 2007). Ežerų trofinis lygis taip pat yra vertinamas pagal ciklopų biomasės santykį su šakotaūšių vėžiagyvių biomase. Santykis 0,2 būdingas mezotrofiniams ežerams su oligotrofiškumo bruožais; 0,2-0,8 – mezotrofiniams ežerams su įvairaus lygio eutrofiškumo bruožais ir $> 0,8$ – eutrofiniams ežerams (Piasecki, Wolska, 2007).

Gerų sąlygų indikatoriais gali būti ir reliktiniai vėžiagyviai, nes jie yra jautrūs aplinkos, konkrečiai temperatūros ir deguonies kiekio priedugnyje,

pokyčiams ežeruose (Gannon, Stemberger, 1978; Balcer et al., 1984, Сущеня et al., 1986). *Limnocalanus macrurus* ir *Eurytemora lacustris* gyvena giliuose ledyninės kilmės ežeruose, kurių hipolimnione vasarą temperatūra nepakyla aukščiau ~ 10 °C ir yra pakankamai deguonies. Kritinis deguonies kiekis *E. lacustris* yra <1 mg/l, o *L. macrurus* <3 mg/l (Вежновец, 1984; Kasprzak et al., 2005).

1.6. Fitoplanktono tyrimų apžvalga Lietuvos mezotrofiniuose ežeruose

Pirmąsias žinias apie Lietuvos vandens telkinių dumblius galima rasti jau XVIII a. pabaigos – XIX a. pradžios botanikų floristiniuose darbuose (Jundziūll, 1791; 1811). Išsamesni algologiniai tyrimai pradėti vykdyti XX a. pirmoje pusėje, pagrindinis dėmesys buvo skiriamas planktono dumblių tyrimams.

Detaliau ankstesni fitoplanktono tyrimai apžvelgiami mūsų tyrimams pasirinktuose ežeruose. **Dusios** ežero vasaros fitoplanktonas pirmą kartą tirtas 1952 metais (Minkevičius, 1959). Šiame ežere rastos 22 dumblių ir melsvabakterių rūšys. Tarp vyraujančių rūšių išskirtas melsvabakterių *Anabaena flos-aqua* ir *Gleotrichia echinulata* kompleksas. Keli Žemaitijos ežerai, tame tarpe ir **Plateliai** tirti 1957 metų pavasarį, vasarą ir rudenį (Jankavičiūtė, 1962). Ežere rastos 42 fitoplanktono rūšys, vyravo titnagdumbliai *Asterionella formosa*, *Tabelaria fenestrata* var. *intermedia* ir var. *asterionelloides*, bei *Fragilaria crotonensis*. Platelių ežeras priskirtas mezotrofinio tipo vandens telkiniams. **Baluošo** ir **Ūkojo** ežerų fitoplanktonas tirtas 1976-1978 metais (Giniūnas, 1981). Baluošo ežere aptiktos tik 25 dumblių rūšys, Ūkojo – 49. Šiuose ežeruose vyravo titnagdumbliai, melsvabakterės ir žaliadumbliai. Ūkojo ežere dar gausiai vystėsi ir auksadumbliai *Dinobryon divergens*.

J. Kavaliauskienė pateikė išsamesnius duomenis apie Baluošo, Daugų, Dusios, Nevardo, Platelių, Seirijo, Šakarvų, Ūkojo ežerų fitoplanktono struktūrą, gausumą ir chlorofilo *a* kiekius 1970 – 1991 metais (Кавалюскене, 1979;

Kavaliauskienė, 1996; Kavaliauskienė ir kt., 1997). Platelių, Seirijo ežerai, buvo priskirti mezotrofiniam ežerų tipui su oligotrofiškumo bruožais. Baluošo, Daugų, Dusios, Šakarvų, Nevardo mezotrofiniams ežerams su įvairaus laipsnio eutrofiškumo bruožais.

Išsamiausi fitoplanktono sezoninės dinamikos tyrimai atlikti Dusios ežere 1970-1975 m. ir 1986 m. Fitoplanktono sezoninėje sukcesijoje didžiausią reikšmę turėjo titnagdumbliai ir šarvadumbliai. Daugų ežere 1987 m. didžiausias fitoplanktono gausumas buvo gegužės mėn. (6 mln. vnt./l), dominavo titnagdumbliai, kurie taip pat buvo gausūs liepos ir rugsėjo mėnesiais. Platelių ežere 1990 m. vasarą dominavo auksadumbliai, o 1991m. – šarvadumbliai. Seirijo ežere 1991m. vasarą vyravo šarvadumbliai, titnagdumbliai ir melsvabakterės (Kavaliauskienė, 1996).

Baluošo ežero fitoplanktonas pakartotinai tirtas 1999 m. birželio pabaigoje (Paškauskas, 2001; Kasperovičienė, 2001). Paviršiniame vandens sluoksnyje vyravo auksadumbliai, titnagdumbliai ir žaliadumbliai. Ežere gausiai vystėsi titnagdumbliai *Cyclotella comensis* ir *C. distinguenda*, bei šarvadumbliai *Peridinium pygmaeum*.

Dusios ir Platelių ežerai yra įtraukti į Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) vykdomą ežerų monitoringą. Apie Asvejos ir Baluošų ežerų fitoplanktą duomenų nėra.

Pastaruoju metu Lietuvos giliųjų ežerų fitoplanktono tyrimai nevykdomi ir kokie procesai vyksta juose šiuo metu detalai nėra tiriama, išskyrus 2004 rugpjūčio pabaigoje atliktus Dusios ežero fitoplanktono tyrimus (Kasperovičienė, 2007). Ežere rastos 25 fitoplanktono rūšys, dominavo žaliadumbliai *Phacotus lenticularis*, *Monoraphidium komarkovae* ir titnagdumbliai *Fragilaria crotonensis*. Fitoplanktono biomasė buvo 2,8 mg/l, o chlorofilo *a* kiekis – 3,3 µg/l.

1.7. Zooplanktono tyrimų apžvalga Lietuvos mezotrofiniuose ežeruose

Lietuvoje zooplanktonas pradėtas tirti jau XX a. pradžioje. Įvairiuose vandens telkiniuose planktono gyvūnų rūšinės sudėties ir erdvinio pasiskirstymo tyrimus vykdė Steponas Jankauskas, Teklė Kiselytė, Ona Nainaitė, Violeta Klimašauskienė, Stasė Mažeikaitė ir kt. (Kiselytė, 1961; Киселите, Найнайте, 1969).

Detaliau ankstesni zooplanktono tyrimai apžvelgiami mūsų tyrimams pasirinktuose ežeruose. **Asvejos** ir **Baluošų** ežerų zooplanktonas buvo tirtas 1963 m. (Киселите, Найнайте, 1969). Asvejos ežere rastos 9 verpečių ir 24 vėžiagyvių rūšys. Vyravo irklakojai vėžiagyviai, kurie sudarė 55,2 % zooplanktono biomasės. Ištyrus vertikalų zooplanktono pasiskirstymą, nustatyta, kad didžiausias gausumas buvo viršutiniame vandens sluoksnyje (0-5 m). Baluošų ežero zooplanktone buvo žymiai mažesnė rūšių įvairovė, rastos 8 verpečių rūšys, po 10 šakotaūsių ir irklakojų vėžiagyvių. Planktone vyravo šakotaūsių (50 %).

Asvejos ežere zooplanktono biomasė 1963 m. buvo 1,6 mg/l (Maniukas, Virbickas, 1975). Rastos 44 rūšys: 11 verpečių, 20 šakotaūsių ir 13 irklakojų vėžiagyvių. Vyravo *Cyclops strenuus*, *C. scutifer*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris* ir *B. coregoni*. **Baluošų** ežere zooplanktono nebuvo gausu – 1,0 ir 1,7 mg/l. Rastos 28 zooplanktono rūšys: verpečių – 8 ir po 10 šakotaūsių ir irklakojų. Prie dugno vyravo *Eurytemora lacustris*. 1965 m. **Seirijo** ežere zooplanktono biomasė buvo 0,7 mg/l. *Copepoda* sudarė 73 % zooplanktono biomasės, *Cladocera* – 26 %. Vyravo *Daphnia longispina hyalina*, *Bosmina crassicornis*, *Eudiaptomus graciloides*. 1968 m. **Dusios** ežere zooplanktono biomasė buvo 0,94 mg/l. Vyraujančių rūšių kompleksą sudarė *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Cyclops colensis*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops oithonoides*, *M. leuckarti*.

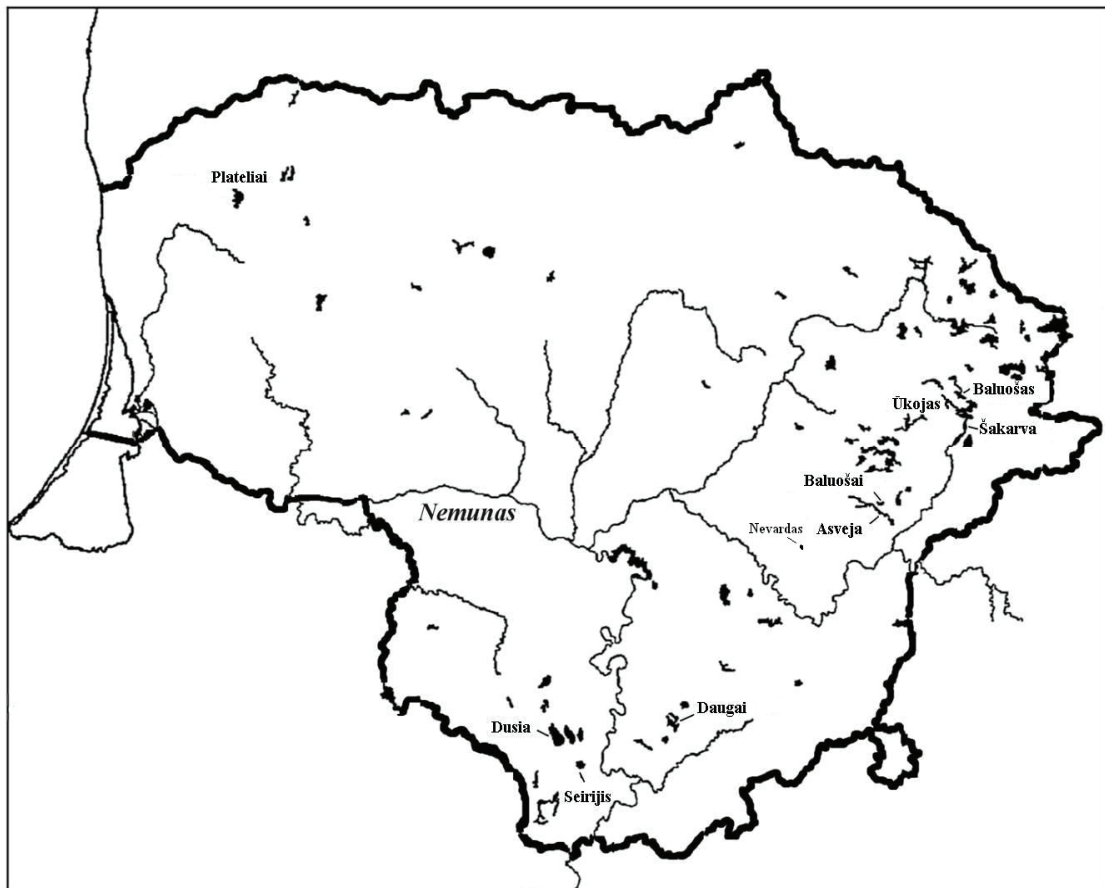
Reliktiniai vėžiagyviai Lietuvoje pradėti tirti po Antrojo pasaulinio karo. Svariausias indelis planktoninių reliktnių tyrimuose yra T. Kiselytės ir O. Nainaitės. Vėžiagyvis *Limnocalanus macrurus* rastas keturiolikoje mezotrofinių

Lietuvos ežerų: Alksnaičio, Asalnų, Baluošo, Čičirio, Gavio, Baltųjų Lakajų, Juodųjų Lakajų, Lūšių, Rašios, Siesarties, Šakarvų, Ūkojo, Venclavo ir Žeimenio. *Eurytemora lacustris*, kuri negyvena su *L. macrurus*, sutinkama šešiuose mezotrofiniuose ežeruose: Aiseto, Alaušo, Asvejos, Baluošų, Galsto ir Tauragno (Grigelis, Arbačiauskas, 1996, 1997). Reliktiniai vėžiagyviai gyvena giliuose ledyninės kilmės ežeruose: *L. macrurus* randamas 25-48 m., o *E. lacustris* 38-60 m. gylio ežeruose. 1953 m. atliktų tyrimų duomenimis *L. macrurus* Šakarvų ežere sudarė 25 % bendros irklalojų vėžiagyvių biomasės, o Ūkojo ežere – 4 % (Kiselytė, 1961).

2. BENDRA TIRTŲ VANDENS TELKINIŲ CHARAKTERISTIKA

Tyrimai vykdyti 2004-2006 metais 10-tyje ežerų (1 pav.). Visi tirti ežerai, išskyrus Daugų ežerą, Nevardą ir Seirijį, yra saugomose Lietuvos teritorijose. Pagrindiniai tirtų ežerų limnologiniai rodikliai pateikti 2 lentelėje.

Tyrimams pasirinktuose Baluošo, Šakarvų, Ūkojo ežeruose gyvena vėžiagyvis *Limnocalanus macrurus*, Asvejos, Baluošų ir Daugų ežeruose – *Eurytemora lacustris*. Likusiuose mezotrofiniuose ežeruose reliktnių vėžiagyvių nerasta.



1 pav. Tirtų ežerų situacinė schema.

Asvejos, Baluošų, Daugų, Platelių, Šakarvų ir Ūkojo ežerai priklauso termišškai gilių ežerų grupei. Baluošo, Dusios, Seirijo ežerai priklauso termišškai vidutinio gylio ežerų grupei (Chomskis, 1969).

Asveja (Dubingių ežeras) – ežeras Asvejos regioniniame parke, Molėtų, Švenčionių ir Vilniaus rajonų savivaldybių teritorijoje, 8 km į vakarus nuo Pabradės, 7 km į rytus nuo Giedraičių. Didžiausias ilgis iš šiaurės vakarų į pietryčius 21,9 km, su įlankomis – 29,7 km. Tai ilgiausias ir trečias pagal gylį Lietuvos ežeras. Didžiausias plotis 0,9 km pietryčiuose. Ežeras rininės kilmės, sudarytas iš trijų atšakų. Baseino plotas 230,1 km² (Kilkus, 1986). Kranto linija vingiuota 72,5 km. Ežere 6 salos, kurių bendras plotas 4,4 ha. Įteka Baluoša (iš Baluošų ež.), upelis iš Viranglio ež., Ilgelė iš Ilgio, Stirnelė iš Suoselio ež., Gracinė, Kirnė ir dar keturi bevardžiai upeliai. Išteka Dubinga.

Baluošai – ežeras Asvejos regioniniame parke, Švenčionių rajono savivaldybės teritorijoje, 14 km į šiaurės vakarus nuo Pabradės. Ežero plotas 251,6 ha, ilgis 4,22 km, didžiausias plotis 0,89 km, didžiausias gylis 37,5 m, vidutinis gylis 12,5 m. Ilgis iš vakarų į rytus 4,1 km, didžiausias plotis – 0,8 km. Tai rininės kilmės ežeras. Baseino plotas 54,9 km². Kranto linijos ilgis 9,8 km. Ežere 5 salos, kurių bendras plotas 2,4 ha, šiaurėje įteka Žverna, rytuose – bevardis upelis, vakaruose išteka Baluoša.

Baluošas yra 9 km į šiaurės vakarus nuo Ignalinos, plotas 427,3 ha, didžiausias gylis 33,1 m, ilgis 4,6 km., didžiausias plotis 1,45 km. Iš visų pusių apsuptas mišku. Ežeras rininės kilmės (Garunkštis, Stanaitis, 1969). Kranto linija labai vingiuota, yra 7 salos (viso 19 ha). Viena iš jų Ilgasalė. Joje yra ežerėlis, kuris su ežeru jungiasi sąsiauriu. Tai unikalus atvejis. Įteka Būka (iš Utenykščio), išteka Bevardis upelis į Baluošykštį (Giniūnas, 1981). Ežeras ir jo apyežeris yra europinės svarbos natūrali buveinė.

Daugai (Didžiulis) – ežeras Alytaus rajone, jo baseino plotas 58 km². Ežeras rininės kilmės, dubuo sudarytas iš keturių rinų. Kranto linijos ilgis 42 km. Pietrytinė šaka dar vadinama Saristo ežeru. Pietvakarinėje dalyje ilgis 6,5 km,

didžiausias plotis – 1,5 km, šiaurrietinėje – 6,7 km ir 0,5 km atitinkamai. Abi dalis jungia 2 km ilgio ir 0,3-0,4 km pločio juosta. Ežere yra 10 salų. Per ežerą teka Abista, įteka Neveigla ir kiti mažesni upeliai.

Dusia – trečias pagal dydį Lietuvos ežeras, telkšantis Metelių regioniniame parke, 6 km į pietus nuo Simno, 1 km į pietvakarius nuo Metelių. Didžiausias ilgis iš vakarų į pietvakarius 8,4 km, didžiausias plotis – 4,2 km. Ežeras užima vakarinę ledo luisto daubos dalį, kitose dalyse yra Metelių ir Obelijos ežerai. Baseino plotas 107,8 km². Kranto linijos ilgis 21,3 km. Įteka Sutrė (pietuose iš Babrų ež.), Šventupė (pietvakariuose iš Šventežerio), Pryga (šiaurės vakaruose). Iš Kojos įlankos išteka Spernia į Simno ežerą. Prie šios ištakos 1972 m. įrengtas šliuzas. Ežero vandens lygis pakeltas apie 0,4 m. Pakrantėje platus (50-200 m) smėlingas atabradas, užimantis 12 % viso ploto (274 ha). Ežeras priklauso labai lėtos vandens apykaitos ežerų grupei – vanduo atsinaujina kas 15 m.

Seirijis – ežeras esantis 2 km į pietus nuo Seirijų miestelio, Lazdijų rajone. Didžiausias gylis 19,2 m, vidutinis – 7,9 m. Ežero dubuo išgulėtas ledo luisto (Garunkštis, Stanaitis, 1969). Kranto linijos ilgis 10,5 km. Pietiniai krantai užpelkėję, pakrantės apaugusios krūmais ir medžiais, apyežeryje dirbami laukai. Ežeras pratakus, išteka Seira, įteka keli upeliai.

Platelių ežeras yra 14 km į šiaurę nuo Plungės, Žemaitijos nacionaliniame parke. Ilgis iš šiaurės į pietus 8,4 km, didžiausias plotis 3,3 km, kranto linijos ilgis – 30,8 km. Baseino plotas – 45,61 km². Tai patvenktinis ežeras. Nuo 1962 m. vandens lygis reguliuojamas dirbtinai. Ežere 7 salos, kurių bendras plotas 0,2 km². Į ežerą įteka 17 upelių, išteka Babrungas.

Šakarvai yra 7 km į pietus nuo Ignalinos, Aukštaitijos nacionalinio parko teritorijoje. Plotas 79,5 ha, ilgis 2,2 km, plotis 0,5 km, didžiausias gylis 40 m. Ežeras rininės kilmės, telkšo gilioje dauboje, ištysęs iš šiaurės į pietus (Garunkštis, Stanaitis, 1969). Krantai neaukšti, rytinis apaugęs mišku. Ežeras sąsiauriais jungiasi su Lūšių, Žeimenio ežerais.

Ūkojas yra vakarinėje Aukštaitijos nacionalinio parko dalyje. Europinės svarbos natūrali buveinė. Plotas 210 ha, ilgis 3,1 km, didžiausias plotis 1,1 km, kranto ilgis 11,3 km, giliausia vieta 30,5 m. Baseino plotas – 126,6 km² (Giniūnas, 1981). Ežeras rininės kilmės (Garunkštis, Stanaitis, 1969). Yra dvi mažos salelės. Į ežerą įteka Pakasa, Gėlainė ir bevardis upelis. Išteka Novena.

Žemasis Nevardas (toliau tekste Nevardas) – ežeras Vilniaus rajone. Paviršiaus plotas 0,048 km². Vidutinis gylis 12 m, didžiausias gylis 21 m.

Tirti ežerai skyrėsi pagal jų baseinų žemėnaudą. Asvejos, Daugų, Dusios, Platelių, Seirijo ir Ūkojo ežeruose didžiąją dalį baseino ploto (52-86 %) užima žemės ūkio naudmenos (3 lentelė). Baluošo, Baluošų ir Šakarvų ežeruose – natūralūs biotopai (77-88 %) (Balevičienė ir kt., 2009).

2 lentelė. Tirtų ežerų limnologiniai rodikliai.

Ežero pavadinimas	Tiesioginis vandentakis	Baseinas	Didžiausias gylis, m	Vidutinis gylis, m	Plotas, ha	Tūris, tūkst. m ³	Pratakumas, % per metus	Savivaldybė
Asveja	Dubinga	Žeimenos	50,2	14,9	1015,1	148846,7	46	Molėtų raj.
Baluošas	Skriogžlė	Žeimenos	33,1	10,7	427,3	43991	103	Ignalinos raj.
Baluošai	Baluoša	Žeimenos	37,5	12,5	251,6	31387	52	Švenčionių raj.
Šakarvai	Šakarvos upelis	Žeimenos	40,0	16,5	79,5	13147,5	1070	Ignalinos raj.
Ūkojas	Novena	Žeimenos	30,5	11,3	210	23742,3	155	Ignalinos raj.
Dusia	Spernia	Šešupės	32,6	15,4	2334,0	359000	6	Lazdijų raj.
Daugai	Avista	Merkio	44,0	13,2	912,7	125836	12	Alytaus raj.
Seirijis	Seira	Nemuno m. int.	19,2	7,95	501,2	39805	29	Lazdijų raj.
Plateliai	Babrungas	Minijos	46,0	11,4	1205,0	136400	12	Plungės raj.
Nevardas	-	Neries m. int.	21,0	12,0	4,8	-	-	Vilniaus raj.

3 lentelė. Tirtų ežerų baseinų žemėnauda.

Ežero pavadinimas	Žemės danga ežero baseine pagal Corine LC, NB	
	gyvenvietės	žemės ūkio naudojimas
Asveja	1	52,7
Baluošas	0,6	11,3
Baluošai	0	16,5
Šakavai	2,6	20,1
Ūkojas	2,1	67,7
Daugai	5,5	68
Dusia	2,1	86,6
Seirijis	1	64,9
Plateliai	2,7	60,8
		naturalus biotopai
		46,4
		88,1
		83,6
		77,4
		30,2
		26,5
		11,3
		34,2
		36,5

3. TYRIMŲ MEDŽIAGA IR DARBO METODAI

Tyrimų medžiaga

Medžiaga fitoplanktono ir zooplanktono tyrimams buvo paimta 2004 – 2006 metų liepos mėnesį Asvejos, Baluošo, Baluošu, Daugu, Dusios, Platelių, Seirijo, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose. Sezoninės fitoplanktono sukcesijos tyrimams – 2006 metų gegužės ir rugsėjo mėnesiais Baluošo, Baluošu, Daugu, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose. Rugsėjo mėnesį Asvejos, Dusios ir Seirijo ežeruose. Sezoninės sukcesijos tyrimams Nevardų ežere fitoplanktono mėginiai surinkti 2005 metais balandžio – spalio, o 2006 metais gegužės – spalio mėnesiais. 2005 metais gegužės mėnesį ir 2006 metais birželio-liepos mėnesiais paimti dugno nuosėdų mėginiai dumblių ramybės stadijų aktyvacijos tyrimams. Iš viso tyrimų metu buvo išanalizuoti 27 zooplanktono, 51 fitoplanktono ir 218 dumblių aktyvacijos iš dugno nuosėdų eksperimento mėginiai.

Darbo metodai

Mėginių surinkimas. Vandens mėginiai fitoplanktono tyrimams buvo imami 2 litrų talpos batometru giluminėje ežero dalyje. Fitoplanktono rūšių įvairovės ir gausumo nustatymui buvo imami integraliniai mėginiai iš: a) paviršinio vandens sluoksnio; b) horizonto, atitinkančio pusę skaidrumo gylio pagal Secchi diską; c) horizonto, atitinkančio skaidrumo gylį ir d) horizonto, atitinkančio dvigubą skaidrumo gylį (Kavaliauskienė, 1996).

Taip pat buvo nustatomas gylis su gyliomačiu (lotu), vandens skaidrumas pagal Secchi diską. Vandens temperatūra, pH, deguonies kiekis ir vandens savitasis laidis išmatuoti *in situ* universaliu portatyviniu matuokliu WTW MultiLine F/Set 3.

2005 m. balandžio 17-20 d. (pavasarinės sąmaišos metu) ir 2006 liepos 21-28 d. (vasaros terminės stratifikacijos metu) buvo paimti vandens mėginiai cheminei analizei atlikti. Analizė atlikta UAB „Grota“, remiantis unifikuotais paviršinių vandenų tyrimų metodais (Aplinkos apsaugos ministerija, 1994).

Fitoplanktono mėginių analizė. 1-2 l mėginiai fiksuojami 40% formaldehido tirpalu (galutinė koncentracija 4%). Fitoplanktono mėginiai sukonzentruoti sedimentacijos metodu (Kavaliauskienė, 1996). Mėginiai buvo analizuojami šviesinio mikroskopu BIOLAR (×600 padidinimas). Dumblių rūšių identifikavimui naudota literatūra: И. А. Киселев (1954); А. М. Матвиенко (1954); Т. Г. Попова (1955); Н. Т. Дедусенко-Щеголева, М. М. Голлербах (1962); К. Starmach (1966; 1985; 1989); П. М. Царенко (1990); К. Kramer, H. Lange-Bertalot (1986; 1988; 1991a; 1991b); J. Komárek, K. Anagnostidis (1999; 2005); Г. М. Паламар-Мордвинцера (2003; 2005).

Bendras fitoplanktono gausumas skaičiuotas Fuks – Rozental kameroje (tūris 0,0032 cm³). Statistiškai patikimiems rezultatams gauti buvo mikroskopuota iki 5 kiekvieno mėginio pakartojimų ir skaičiuota ne mažiau kaip 500 vienetų kiekviename mėginyje (Kavaliauskienė, 1996, HELCOM, 2008). Bendras dumblių vienetų skaičius litre apskaičiuojamas pagal В. А. Абакумова (Абакумова, 1983) pateiktą formulę:

$$N = (n \times v_1 / (v_2 \times w)) \times 1000,$$

kur: N – vienetų skaičius 1 l vandens; n – vienetų skaičius kameroje; v₁ – sukonzentruoto mėginio tūris (ml); v₂ – kameros tūris (ml); w – pradinis paimto mėginio tūris (l).

Atliekant tyrimus buvo registruojamos visos vandens masėje rastos planktoninės ir atsitiktinai planktoninės dumblių rūšys. Siūlinių melsvabakterių skaičiavimo vienetas buvo – 100 μm ilgio siūlas, kolonijinių ir cenobijinių – kolonija arba cenobis, kitų – ląstelė (HELCOM, 2008). Vyraujančios rūšys išskirtos pagal N. Davidovą (Давидова, 1986). Dominuojančios rūšys, kurių

gausumas sudaro daugiau nei 10 %, vyraujančios – daugiau nei 5 % bendro fitoplanktono gausumo.

Tirtų ežerų fitoplanktono rūšių bendras sąrašas pateiktas priedo 1 lentelėje. Aukščiausių rangų (skyrius, klasė) taksonai pateikti pagal S. P. Parkerio (cit. Саут, Уиттик, 1990) klasifikacinę sistemą.

Fitoplanktono biomasė apskaičiuota pagal geometrinių figūrų tūrių metodą, ląstelės formą prilyginus artimai geometrinei figūrai, pagal kurios tūrio formulę buvo apskaičiuotas dumblių tūris (Olrik et al., 1998). Apskaičiuojant vyraujančių rūšių vidutinį ląstelės tūrį, buvo išmatuoti 20–30 dumblių ląstelių. Skaičiuojant bendrą fitoplanktono biomasę nebuvo priskaičiuoti stambūs šarvadumblių klasės atstovai, sudarantys mažiau nei 1 % bendro fitoplanktono gausumo.

Chlorofilo *a* kiekis nustatytas spektrofotometrijos metodu pagal Parsonso, Striclando (1963) ir Jeffrey, Humphrey (1975) metodiką. Chlorofilo *a* kiekis apskaičiuotas pagal UNESCO darbo grupės pasiūlytą formulę (SCOR-UNESCO, 1966).

Trofiškumo indeksas pagal chlorofilą *a* apskaičiuotas pagal formulę (Carlson, 1977):

$TSI (CHL) = 9,81 \ln (CHL) + 30,6$; kur CHL – chlorofilo *a* reikšmės.

Trofiškumo indeksas pagal skaidrumą apskaičiuotas pagal formulę:

$TSI (SD) = 60 - 14.41 \ln (SD)$; kur SD – skaidrumo pagal Secchi diską reikšmės.

Trofiškumo indeksų reikšmės oligotrofiniuose ežeruose – <30, mezotrofiniuose – 30-50, eutrofiniuose – 50-60, hipertrofiniuose – > 60.

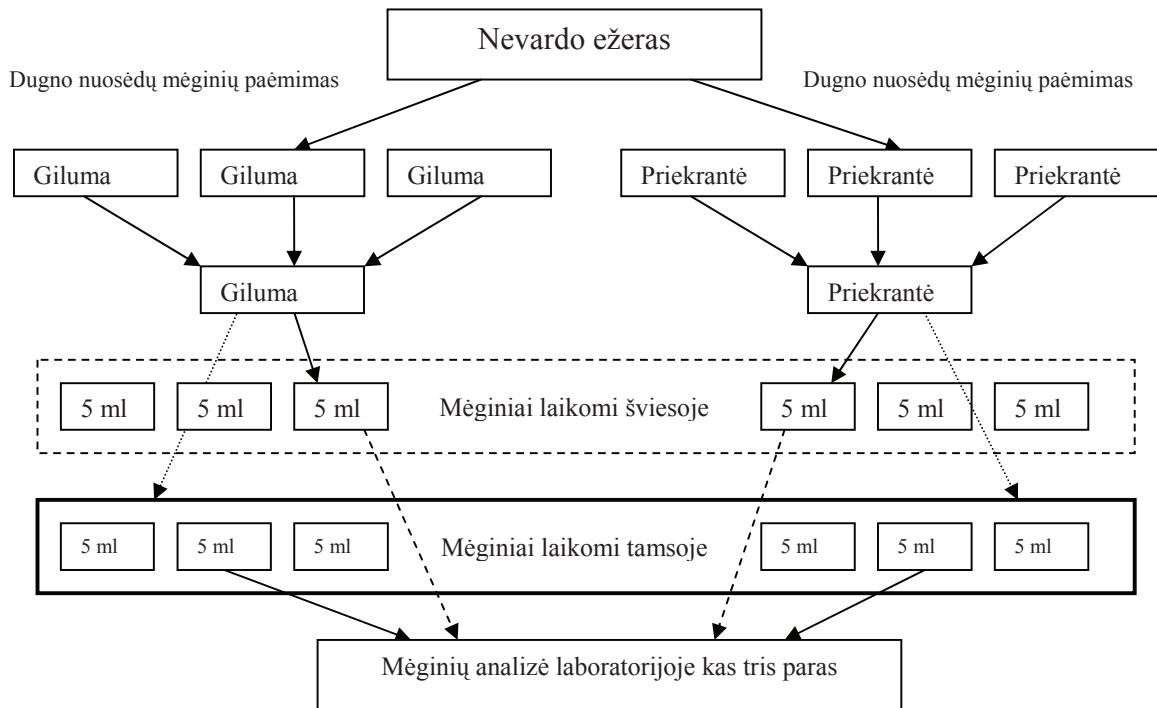
Fitoplanktono ir zooplanktono bendrijų bioįvairovė įvertinta pagal Šenono-Vynerio bioįvairovės indeksą (H'), kuris apskaičiuotas pagal gausumo rodiklius naudojant dvejetainį logaritmą (Shannon, Wiener, 1948):

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i ,$$

kur: H' – indekso vertė, bitai/ind., S – rūšių skaičius, p_i – i -osios rūšies santykinis gausumas, apskaičiuotas pagal formulę n_i/N , kur n_i – i -osios rūšies gausumas, N – bendras rūšių gausumas. Maksimali H' indekso vertė yra lygi dvejetainiui logaritmui iš rūšių skaičiaus $H_{\max} = \log_2 S$, t.y. kai visos rūšys bendrijoje yra tolygiai pasiskirsčiusios.

Dumblių aktyvacijos iš diapauzės eksperimentas. 2005 metų gegužės 18 d. ir 2006 birželio 4 d., liepos 3 d. Nevardų ežere paimti dugno nuosėdų mėginiai, po 3 mėginius iš 14 metrų gylio (giluma) ir iš priekrantės, 1,5-2 m gylio (2 pav.). Mėginiai buvo imami cilindro pagalba, paimti 2 cm paviršinio sedimentų sluoksnio buvo laikomi tamsiai ir šaltai (+4°C). Po paros 5 ml dugno nuosėdų buvo patalpinti į 50 ml stiklainaites ir užpilti 20 ml filtruoto (porų dydis 0,45 μm) ežero vandens. 3 stiklainaitės su dugno nuosėdomis iš priekrantės ir 3 iš giluminės dalies buvo laikomos šviesiai (natūraliame fotoperiode), termostate prie 20°C. Atitinkamai po 3 stiklainaites su nuosėdomis iš gilumos ir priekrantės buvo laikomos tamsoje (užtamsinus stiklainaites) tame pačiame termostate prie 20°C.

Vėliau, kas tris paras, buvo atsargiai nusiurbiamas vanduo analizei, o dugno nuosėdos užpilamos nauju tokios pat temperatūros filtruotu ežero vandeniu. Nupiltas vanduo analizuojamas Fuks-Rozentalio kameroje, šviesinio mikroskopo pagalba.



2 pav. Dumblių aktyvacijos iš diapauzės eksperimento schema.

Zooplanktono mėginiai buvo paimti planktoniniu tinklu (angos diametras 25 cm), traukiant jį per visą vandens stovymę nuo dugno iki paviršiaus. Mėginiai fiksuojami formaldehido tirpalu (galutinė koncentracija 4%) ir vėliau analizuojami binokuliariniu stereoskopiniu mikroskopu. Skaičiuota ne mažiau kaip 100 kiekvienos rūšies individų mėginyje (HELCOM, 2008). Zooplanktonas analizuotas naudojant Bogorovo kamerą.

Organizmų gausumas apskaičiuotas pagal formulę:

$$X = (V_1 \times N) / (n \times V),$$

kur: X – gausumas, ind./m³, V_1 – sukonzentruoto mėginio tūris (ml), n – peržiūrėtas tūris (ml), V – perkošto vandens tūris (m³), N – suskaičiuotų individų kiekis.

Vėžiagyvių rūšių identifikavimui naudota literatūra: Ф. Д. Мордухай-Болтовской, Я. И. Старобогатов, 1977; Боруцкий Е. В., Кос М. С., Степанова Л. А., 1991; Z. R. Gasiūnaitė, K. Arbačiauskas, 2009.

Zooplanktono biomasė (šlapias svoris) apskaičiuota pagal skirtingų zooplanktono taksonų alometrines kūno ilgio ir svorio priklausomybes (Салазкин et al., 1984):

$$W = gl^b,$$

kur: W – kūno masė (šlapias svoris), mg; l – kūno ilgis, mm; g – koeficientas, kurios reikšmės rodo, kokia būtų kūno masė, kai kūno ilgis lygus 1 mm; b – laipsnio rodiklis. Kūno ilgis išmatuotas naudojant mikrometrinę skalę.

Planktono vėžiagyvio vidutinis kūno svoris apskaičiuotas vėžiagyvių biomasę mėginyje padalinus iš vėžiagyvių gausumo.

Statistinė analizė. Vienfaktorinė dispersinė analizė (ANOVA), Kruskal-Wallis testas ir Tjukio HSD kriterijus naudoti fitoplanktono ir zooplanktono bendrijų gausumo ir biomasės, bei kitų rodiklių, tarp skirtingų ežerų ir skirtingų tyrimų laikotarpių, palyginimui. Koreliacijos koeficientas skaičiuotas pagal Spearmaną (Spearman Rank Order Correlations). Chlorofilo *a* duomenys buvo palyginti su ankstesnių (1987-1991 m.) tyrimų duomenimis naudojant grupuotą (nested) ANOVA. Fitoplanktono ir zooplanktono bendrijos ir jų parametrai skirtingose mezotrofinių ežerų grupėse palyginti naudojant grupuotą (nested) ANOVA. Ramybės stadijų aktyvacijai reikšmingų veiksnių tyrimams naudota pakartotinių matavimų dispersinė analizė. Tarpmetinė kiekvienos rūšies reliktinių vėžiagyvių populiacijų variacija tirtuose ežeruose įvertinta pagal vienfaktorinės dispersinės analizės paklaidas, o variacijų skirtumo reikšmingumas nustatytas pagal Sokal, Rohlf (1995). Ramybės stadijų aktyvacijos eksperimento duomenys analizuoti naudojant pakartotinių matavimų dispersinę analizę (repeated measures ANOVA).

Fitoplanktono ir zooplanktono bendrijų palyginimui naudotas Bray-Curtis panašumo indeksas, kuris apskaičiuotas gausumo duomenims pritaikius kvadratinės šaknies transformacijas. Statistiniam duomenų apdorojimui naudotos programos: Statistica 6.0, Primer 5.2.3, Microsoft Excel.

4. DARBO REZULTATAI

4.1. Abiotinės sąlygos tirtų vandens telkinių pelagialėje

Pagrindiniai tirtų ežerų hidrofiziniai, hidrocheminiai rodikliai pateikti 4 lentelėje. 2004–2006 m. vasarą vandens temperatūra paviršiniame sluoksnyje svyravo nuo 17,4 iki 23,8 °C. Temperatūra priedugnyje 2004 m. svyravo nuo 4,4 iki 7,4 °C, o 2005 ir 2006 m. buvo šiek tiek aukštesnė 6,5-12,4°C. Visų tirtų ežerų paviršiniuose vandens sluoksniuose deguonies kiekis buvo nuo 6 iki 13 mg/l. Giliausiuose Platelių ir Asvejos ežeruose deguonies (6,2-8,9 mg/l) buvo ir gilesniuose sluoksniuose, tuo tarpu Seirijo, Šakarvų, Baluošo ir Ūkojo ežerų hipolimnione užfiksuotos mikroaerobinės sąlygos, deguonies kiekis nesiekė 2 mg/l. Didžiausias vandens skaidrumas (7,4 m) buvo užfiksuotas 2004 m. Platelių ežere, mažiausias (2 m) – Asvejos ežere 2005 m.

2006 m. gegužės mėnesį deguonies koncentracija paviršiniuose vandens sluoksniuose kito nuo 9,5 iki 13,1 mg/l, o priedugniniuose – nuo 0,2 iki 9,6 mg/l. Rugsėjo mėnesį deguonies koncentracija paviršiniuose vandens sluoksniuose kito nuo 9,6 iki 12,6 mg/l, o priedugniniuose – nuo 0,2 iki 7,2 mg/l. Rudenį Asvejos, Baluošų, Daugų ir Ūkojo ežerai išsiskyrė didžiausiu vandens skaidrumu. Jis buvo apie 2 kartus didesnis nei liepos mėnesį, t.y. iki 7,5 m.

Vandens savitojo elektros laidžio vertės, kurios dalinai atspindi ištirpusių druskų ir kitų cheminių junginių bendrą koncentraciją vandenyje, ežeruose kito nuo 201 (Platelių ežere) iki 368 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Ūkojo ežere).

Suminio fosforo koncentracija ežeruose 2005 m. pavasarinės sąmaišos metu ir 2006 m. vasaros stratifikacijos metu paviršiniame vandens sluoksnyje buvo $<0,010$ mg/l. Tuo tarpu suminio azoto koncentracija paviršiniame vandens sluoksnyje 2005 m. svyravo nuo 0,57 iki 1,31 mg/l, atitinkamai Šakarvų ir Ūkojo ežeruose, o 2006 vasarą nuo 0,74 mg/l Platelių ežere iki 1,34 mg/l Dusios ežere.

4 lentelė. Tirtų ežerų hidrofiziniai ir hidrocheminiai rodikliai 2004-2006 m.

Ežeras	Data	Gylis, m	Skaidrumas, m	T, °C Pav./Pried.	pH Pav.	O ₂ , mg/l Pav./Pried.	Savitasis elektrinis laidis, μS/cm	N _b mg/l 2005 04 2006 07
Asveja	2004 07 20	40	3,3	21,3/-	8	13/6,7	-	-
	2005 07 27	38	2	21,2/6,7	8,4	8,4/6,2	347	1,23
	2006 07 28	40	3,3	23,1/6,9	8,5	10,6/6,6	358	1,12
	2006 09 29	38	7,5	15,9/5,9	8,1	12,5/4,7	362	-
Baluošas	2004 07 22	22	5,6	22,2/6,8	8,5	8,9/0,5	-	-
	2005 07 27	24,2	4	21,5/10	8,5	6,8/1,9	318	0,62
	2006 05 24	15	4,7	13,9/8,7	8,2	9,5/7,2	333	-
	2006 07 27	24,5	2,5	23,8/9,8	8,5	8,8/3,3	323	0,82
Baluošai	2006 09 22	22,0	5,7	16,4/8,8	8,0	9,6/0,2	320	-
	2004 07 20	34	3,6	21,7/5	8	8,5/5	-	-
	2005 07 27	31,5	2,7	20,9/8	8,5	8,8/4	341	0,72
	2006 07 21	38	2,5	22/6,9	8,4	8,75/2,94	348	1,26
Daugai	2006 09 29	38	7	16,6/8,8	8,2	12,4/0,3	337	-
	2004 07 13	35	3,8	19/7,4	8	6/-	-	-
	2005 07 20	41	2,9	23/12	8,8	8/6	-	0,85
	2006 05 23	34	3,3	16,0/7,6	8,2	11,7/9,6	355	-
	2006 07 20	39	3,0	20,3/8,1	10,5	8,8/4,5	344	1,14
Dusia	2006 09 26	31	6,0	17,9/8,9	8,2	10,3/3,8	338	-
	2004 07 13	20	5,0	17,4/-	7,5	8/-	-	-
	2005 07 20	23,5	4,9	22/11,9	8,9	8,9/4	340	0,78
	2006 07 20	24	5,3	21,1/11,6	8,5	8,6/2,09	343	1,34
Plateliai	2006 09 26	15	5,5	17,7/16,4	8,4	12,0/7,2	334	-
	2004 07 26	47	7,4	19,4/6,1	7,5	9,3/6,8	-	-
	2005 07 26	47	6,9	19,4/6,5	7,2	7,5/6,2	-	0,63
Seirijis	2006 07 23	32	6	21,8/8,9	8,7	9,19/8,71	201	0,74
	2004 07 13	15	5	17,5/-	7,5	10/1,7	-	-
	2005 07 20	15	4,5	22,8/12	8,9	7,5/1,1	265	0,72
	2006 07 20	14,5	6,1	21,4/12,4	8,3	8,5/0,85	298	1,16
Šakarvai	2006 09 26	15	6,0	18,0/14,5	8,1	11,3/0,2	291	-
	2004 07 22	36,5	6,6	23/4,4	8,0	8,3/3,1	-	-
	2005 07 27	40,0	5,3	21,9/7,6	8,3	7/1,2	333	0,57
	2006 05 24	30,0	4,0	13,8/5,3	7,8	10,5/8,3	341	-
	2006 07 27	35	3,0	23,7/7,8	8,3	9,03/3,1	338	1,02
Ūkojas	2006 09 22	33	6,5	16,8/6,7	8,1	12,6/1,3	335	-
	2004 07 22	24	3,2	22,9/6,6	8,5	9,3/1,6	-	-
	2005 07 27	23,5	3,7	21,5/8,7	8,3	7,4/1,9	368	1,31
	2006 05 24	21,0	4,0	13,9/7,0	7,4	13,1/0,2	380	-
	2006 07 27	20	3,0	22,8/9,7	8,6	9,67/2,2	366	1,00
2006 09 22	23	7,0	17,7/7,6	8,4	10,5/0,4	364	-	

Gylis – gylis tyrimų vietoje; N_b – bendras azotas, Pav. – paviršius, Pried. – priedugnio.

Taigi, remiantis tyrimų metu gautais rodikliais galima teigti kad Platelių ežeras priskirtinas mezotrofiniams su oligotrofiškumo bruožais, o visi likę ežerai – mezotrofiniams su eutrofiškumo bruožais.

Nevardų ežere tyrimai atlikti 2005–2006 metais, aktyvios fitoplanktono vegetacijos periodu, nuo balandžio iki spalio mėnesio, mėginiai imti mėnesio intervalais. 2005 m. didžiausias vandens skaidrumas (3,6 m) buvo rugpjūčio pabaigoje, tuo tarpu 2006 m. liepos pradžioje – 3,2 m. Kitais mėnesiais skaidrumas kito tarp 2 ir 3 m (5 lentelė).

5 lentelė. Hidrofiziniai ir hidrocheminiai rodikliai Nevardų ežere 2005-2006 m.

Data	Gylis, m	Skaidrumas, m	T, °C Pav./Pried.	pH Pav.	O ₂ , mg/l Pav./Pried.	Savitasis elektrinis laidis, μS/cm
2005 m						
04 20	16,0	-	8,4/3,4	-	-	-
05 18	14,0	2,2	13,3/3,4	-	-	-
06 20	15,0	3,0	21,6/3,4	-	-	-
08 02	16,0	2,5	24/7,7	7,5	7,3/0,0	273
08 22	19,0	3,6	22,1/5,1	7,4	5,6/0,0	266
09 20	19,0	2,7	15,6/5,4	7,3	7,0/0,0	267
10 24	19,9	2,4	9,3/9,3	7,1	-	272
2006 m						
05 04	20,0	2,0	10,9/4,0	7,5	10,2/9,5	250
06 05	19,0	2,0	14,9/4,5	7,5	11,6/0,0	250
07 03	19,0	3,2	24,1/6,5	7,4	5,8/0,0	262
08 03	19,0	2,5	22,4/6,3	7,9	12,3/0,2	265
09 07	20,0	2,7	17,6/5,0	7,5	9,49/0,3	260
10 06	18,0	3,0	14,9/6,0	7,1	8,4/0,2	257

2005 metų bėgyje vandens temperatūra paviršiniame sluoksnyje svyravo nuo 8,4 °C iki 24,0 °C, o priedugnyje – nuo 3,4 iki 9,3 °C. Tuo tarpu 2006 m. temperatūra paviršiniame vandens sluoksnyje kito nuo 10,9 iki 24,1°C, temperatūra priedugnyje svyravo nuo 4,0 iki 6,5°C.

Deguonies koncentracija Nevardų ežero paviršiniame vandens sluoksnyje buvo nuo 5,6 iki 11,6 mg/l, tuo tarpu priedugnyje jau nuo birželio mėnesio stebima anoksija. Visu tyrimų laikotarpiu ežero vandens sluoksnių pH buvo

silpnai šarminis ir varijavo 7,1-7,9 reikšmių ribose. Tokias žemas, palyginti su kitais ežerais, pH reikšmes galėjo lemti užpelkėję ežero pakrantės plotai.

2005 metų balandžio ir rugpjūčio mėnesiais buvo nustatytos pagrindinių biogeninių elementų (azoto ir fosforo) koncentracijos paviršiniame ir priedugniniame Nevardų ežero vandens sluoksniuose. Suminio fosforo (P_b) koncentracija balandžio mėnesį svyravo nuo 0,018 mg/l iki 1,12 mg/l atitinkamai vandens paviršiuje ir priedugnyje; atitinkamai suminio azoto (N_b) – nuo 0,98 iki 6,55 mg/l. 2006 metų rugpjūčio pradžioje suminio fosforo koncentracija svyravo nuo 0,02 iki 0,48 mg/l atitinkamai vandens paviršiuje ir priedugnyje; suminio azoto – nuo 1,24 mg/l (paviršiuje) iki 5,76 mg/l (priedugnyje). Savitasis vandens elektros laidis tyrimų laikotarpiu kito nežymiai, nuo 250 iki 273 μ S/cm. Tokiu būdu Nevardų ežerą pagal hidrocheminius parametrus galima priskirti prie mezotrofinių ežerų su eutrofiškumo bruožais.

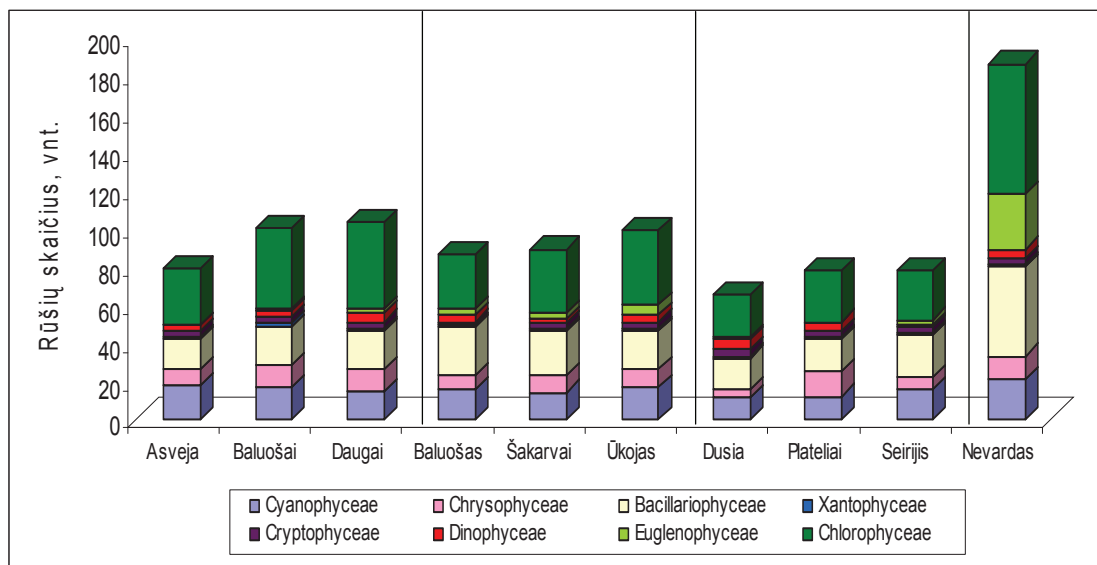
4.2. Ežerų fitoplanktono rūšių įvairovė

Sistematiniu požiūriu visi tyrimų metu identifikuoti dumbliai ir melsvabakterės priskiriami 4 skyriams (Cyanophyta, Chromophyta, Euglenophyta, Chlorophyta), 8 klasėms (Cyanophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Xantophyceae, Euglenophyceae ir Chlorophyceae). Dumblių ir melsvabakterių rūšių sąrašas pateiktas priede, 1 lentelėje.

Tyrimų metu 10 ežerų rastos 258 dumblių rūšys ir vidurūšiniai taksonai, iš kurių 95 (37 % visų aptiktų rūšių) priklauso Chlorophyceae, 72 (28 %) – Bacillariophyceae, 32 (12 %) – Cyanophyceae, 26 (10 %) – Euglenophyceae, 23 (9 %) – Chrysophyceae, 6 (2 %) – Dinophyceae, 2 (1 %) – Cryptophyceae ir 2 (1 %) Xantophyceae. Dar 52 dumbliai apibūdinti iki genties.

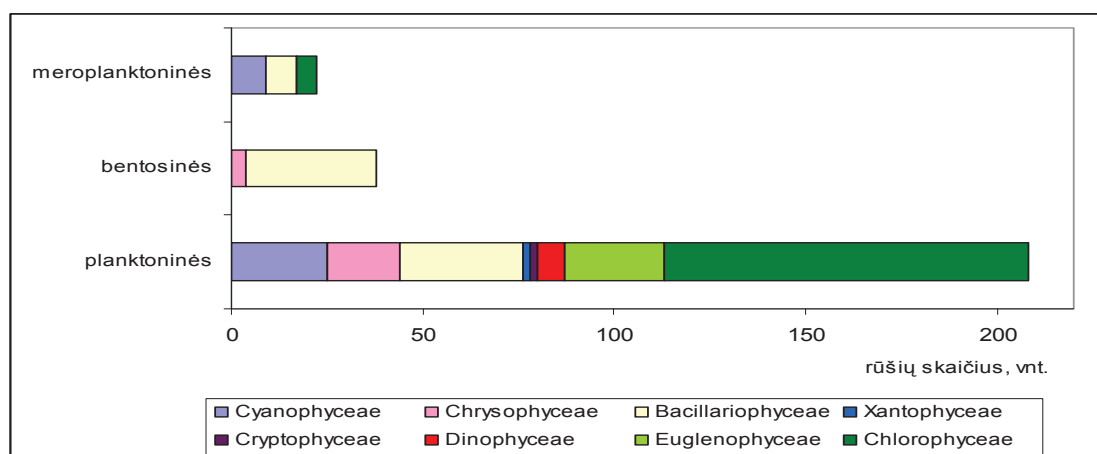
Pagal rūšių skaičių visų vandens telkinių fitoplanktone vyravo žaliadumbliai (32-43 % nuo bendro dumblių rūšių skaičiaus). Titnagdumbliai ežeruose sudarė 19-29 %, melsvabakterės – 11-22 %, auksadumbliai – 6-16 %. Euglendumbliai tirtuose ežeruose nebuvo gausūs (0-5 %), išskyrus Nevardų ežerą, kuriame sudarė 15 % visų rastų fitoplanktono rūšių.

Atskiruose ežeruose planktono rūšių skaičius svyravo nuo 65 Dusios ežere iki 185 rūšių Nevardo ežere (3 pav.). Visuose tirtuose ežeruose rastos 9 rūšys: žaliadumbliai *Oocystis rhomboidea*, *Phacotus lenticularis*, *Tetraedron minimum*, titnagdumbliai *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra acus*, auksadumbliai *Dinobryon divergens*, šarvadumbliai *Ceratium hirundinella* ir melsvabakterės *Aphanocapsa delicatissima*.



3 pav. Skirtingų dumblių klasių rūšių skaičius tirtų ežerų fitoplanktone (ežerų grupės atskirtos vertikaliomis linijomis)

Tirtų ežerų planktone identifikuoti dumbliai buvo suskirstyti į 3 grupes pagal jų gyvenimo formas: planktoninius, bentosinius ir meroplanktoninius (kurie dalį vystymosi ciklo praleidžia bentose, o dalį planktone). Planktoninės rūšys sudarė didžiąją dalį (205 rūšys, 76 %) identifikuotų dumblių rūšių. 45 % planktoninių rūšių sudarė žaliadumbliai (4 pav.). Daugiausia tai *Chlorococcales* eilės atstovai. Bentosiniai dumbliai sudarė 15 % planktone identifikuotų rūšių (38 rūšys). Dauguma jų (87 %) priklauso titnagdumblių klasei. Meroplanktoninės dumblių rūšys, sudarė 9 % fitoplanktono rūšių.

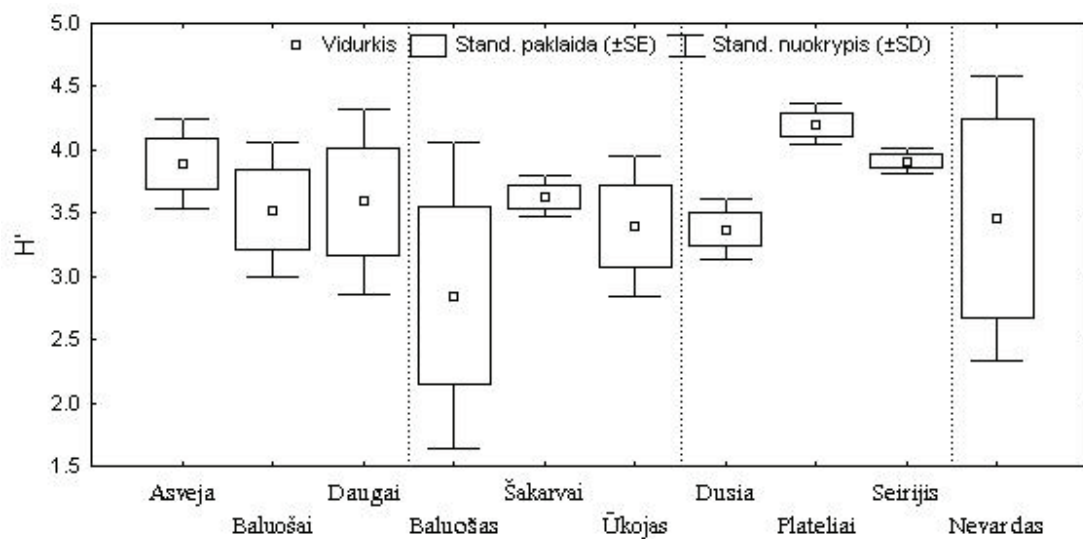


4 pav. Skirtingų dumblių klasių rūšių pasiskirstymas pagal įvairias ekologines grupes.

Tyrimų metu pirmą kartą Lietuvoje ežeruose aptiktos 32 rūšys, priklausančios 5 klasėms. Tai melsvabakterės *Aphanothece nidulans*, *Gleothece subtilis*; auksadumbliai *Chromulina nebulosa*, *Mallomonas denticulata*, *Desmarella moniliformis*, *Dinobryon crenulatum*, *Dinobryon peliolatum*, *Dinobryon suecicum*, *Monosiga varians*, *Ochromonas mutabilis*, *Ochromonas pallida*, *Salpingoeca oblonga*, *Salpingoeca semiovata*, *Sphaleromantis ochracea*; titnagdumbliai *Amphiprora ornata*, *Cymatopleura turicensis*, *Cymbella tumida*, *Eunotia fallax*, *Neidium affine*; euglendumbliai *Euglena gracilis*, *Euglena hemichromata*, *Euglena polymorpha*, *Euglena variabilis*, *Lepocinclis elongata*, *Lepocinclis Steinii*, *Menoidium pellucidum*, *Rhabdomonas incurva*, *Trachelomonas rotunda* ir žaliadumbliai *Chloromonas acidophila*, *Provasoliella sinica*, *Asterococcus limneticus*, *Staurastrum mansfeldtii*. Daugiausiai naujų dumблиų rūšių (21) rasta Nevardo ežere. Jame taip pat rasto visos euglendumблиų rūšys. Likusiuose ežeruose naujai rastų rūšių skaičius svyravo nuo 1 iki 5. Asvejos, Dusios ir Seirijo ežeruose naujų rūšių rasta nebuvo. Remiantis literatūros šaltiniais, 21 rūšis (66 % naujų Lietuvai rūšių) pasaulyje yra dažna, 8 rūšys – retos (25 %) arba aptiktos keliose radimvietėse, o likusių (9 %) paplitimas nenurodytas.

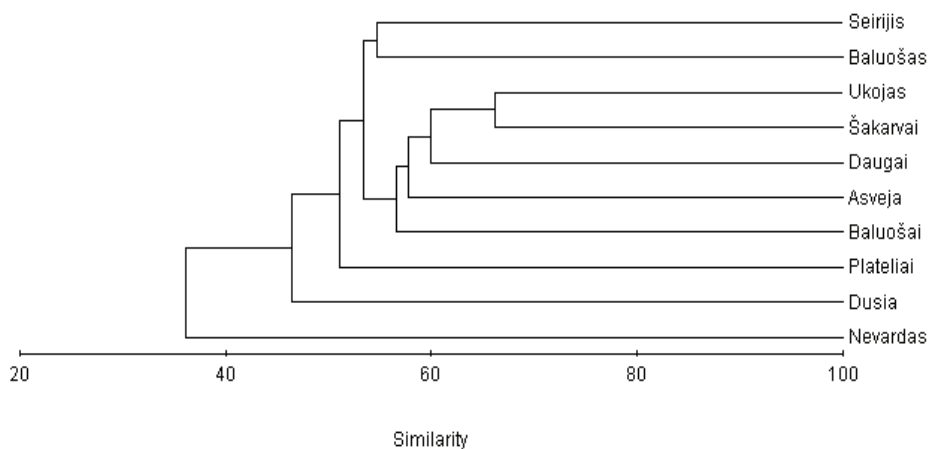
Šenono – Vynerio indeksas (H') tirtuose ežeruose svyravo tarp 1,1 ir 4,4 bit./ind. (5 pav.). Mažiausias jis buvo Baluošo ežere 2006 metų liepos mėnesį, kai fitoplanktone dominavo titnagdumbliai *Cyclotella comensis* (77 % nuo fitoplanktono gausumo ir 32,5 % nuo bendros fitoplanktono biomasės). Didžiausia indekso reikšmė (4,4 bit./ind.) nustatyta Daugų ežere 2004 metais, tačiau 2005 m. ir 2006 m. buvo tik 3,1 bit./ind. Platelių ežere tyrimų laikotarpiu svyravo apie 4 bit./ind. Nevardų ežere 2006 m. rugpjūčio mėnesį Šenono – Vynerio indekso reikšmė, kai fitoplanktone 62,4 % nuo bendros fitoplanktono biomasės sudarė *Pseudanabaena limnetica*, buvo 2,6 bit./ind. Tuo tarpu 2005 m. indekso reikšmė buvo beveik dukart didesnė – 4,2 bit./ind. Didžiausia Šenono – Vynerio indekso reikšmė, parodanti didelę bendrijų įvairovę, buvo nustatyta kai fitoplanktone vyravo 3 rūšys, sudarydamos 9,9-24,6 % bendro gausumo. Didžiausi indekso

svyravimai trijų metų bėgyje nustatyti Baluošo ir Nevardų ežeruose. Asvejos, Dusios, Platelių, Seirijo ir Šakarvų ežeruose indekso reikšmės kito nežymiai. Šenono – Vynerio indekso vertės skirtinguose ežeruose statistiškai nesiskyrė (H' : KW-H (9,29) = 10,73, $p = 0,29$). Palyginus rūšių skaičių, Šenono – Vynerio indekso vertės skirtingose ežerų grupėse reikšmingų skirtumų nerasta (grupuota dispersinė analizė: $p > 0,05$).



5 pav. Šenono – Vynerio įvairovės indekso variacijos tirtuose ežeruose 2004-2006 m. vasarą (ežerų grupės atskirtos vertikaliomis linijomis).

Palyginus planktono dumblių įvairovę (t.y. pagal tai, ar yra rūšis bendrijoje ar ne, neatsižvelgiant į jos gausumą ir biomą) klasterinės analizės metodu, tirti ežerai susigrupavo į 2 grupes, o nuo jų atsiskyrė Platelių, Dusios ir Nevardo ežerai (6 pav.).

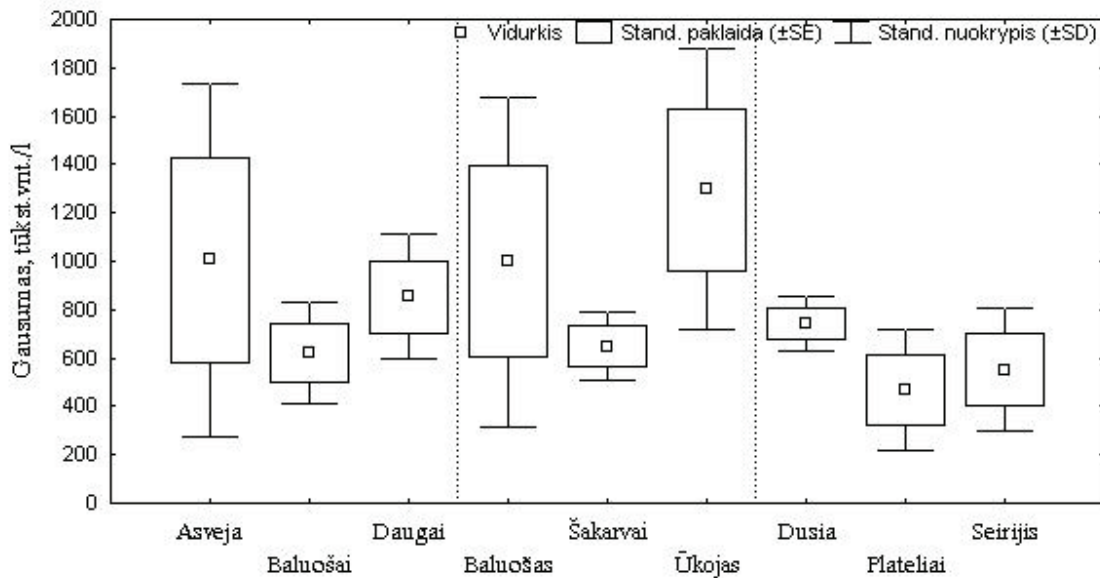


6 pav. Tirtų ežerų planktono dumblių rūšių įvairovės palyginimas pagal Bray-Curtis panašumą.

Panašiausia fitoplanktono bendrijos struktūra buvo Seirijo ir Baluošo ežeruose, bei likusiuose ežeruose kuriuose rasti reliktniai vėžiagyviai, t.y. Ūkojo ir Šakarvų, Daugų, Asvejos, Baluošų ežeruose. Labiausiai išsiskyrė planktono dumblių bendrija Nevardo ežere, kuriame rasta daug, palyginus su kitais tirtais ežerais, euglendumblių klasės atstovų. Euglendumbliai dažnesni mažose lentinėse ekosistemose.

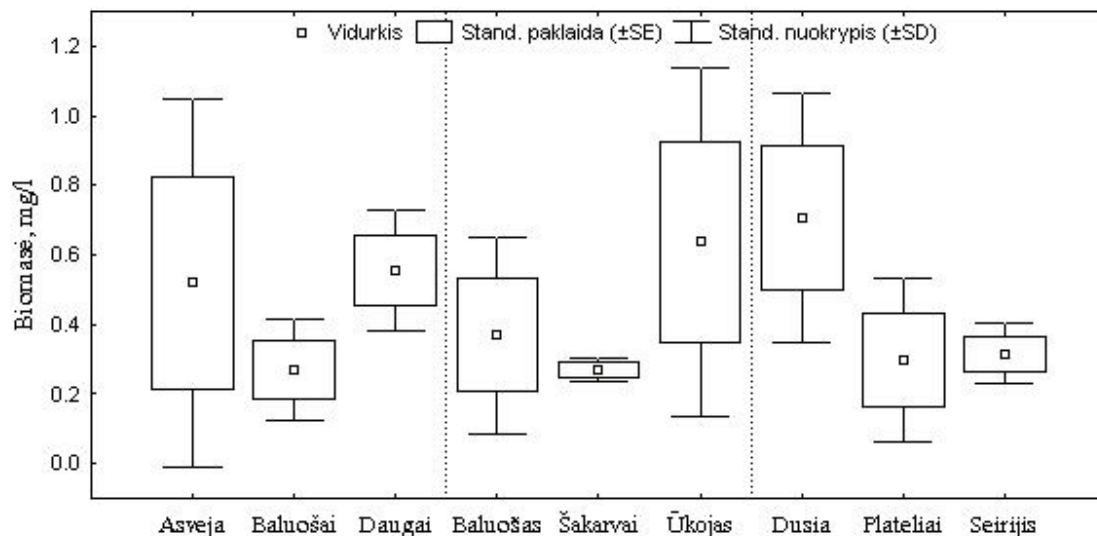
4.3. Vasaros fitoplanktono gausumas ir biomasė

Tirtuose ežeruose fitoplanktono gausumas svyravo nuo 0,25 mln. vnt./l Platelių ežere 2005 m. iki 1,83 mln. vnt./l Asvejos ežere 2004 m., o biomasė nuo 0,11 mg/l Platelių ežere 2005 m. iki 1,20 mg/l Ūkojo ežere 2006 m. Bendras fitoplanktono gausumas trijų metų laikotarpyje labiausiai kito Asvejos, Baluošo ir Ūkojo ežeruose, likusiuose ežeruose fitoplanktono gausumas kito siaurose ribose (7 pav.).



7 pav. Fitoplanktono gausumas tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

Didžiausias fitoplanktono biomasės kitimas trijų metų laikotarpyje nustatytas Asvejos ir Ūkojo ežeruose, mažiau biomasė svyravo Baluošų, Dusios ir Platelių ežeruose, o Seirijo ir Šakarvų ežeruose biomasė kito nežymiai (8 pav.).



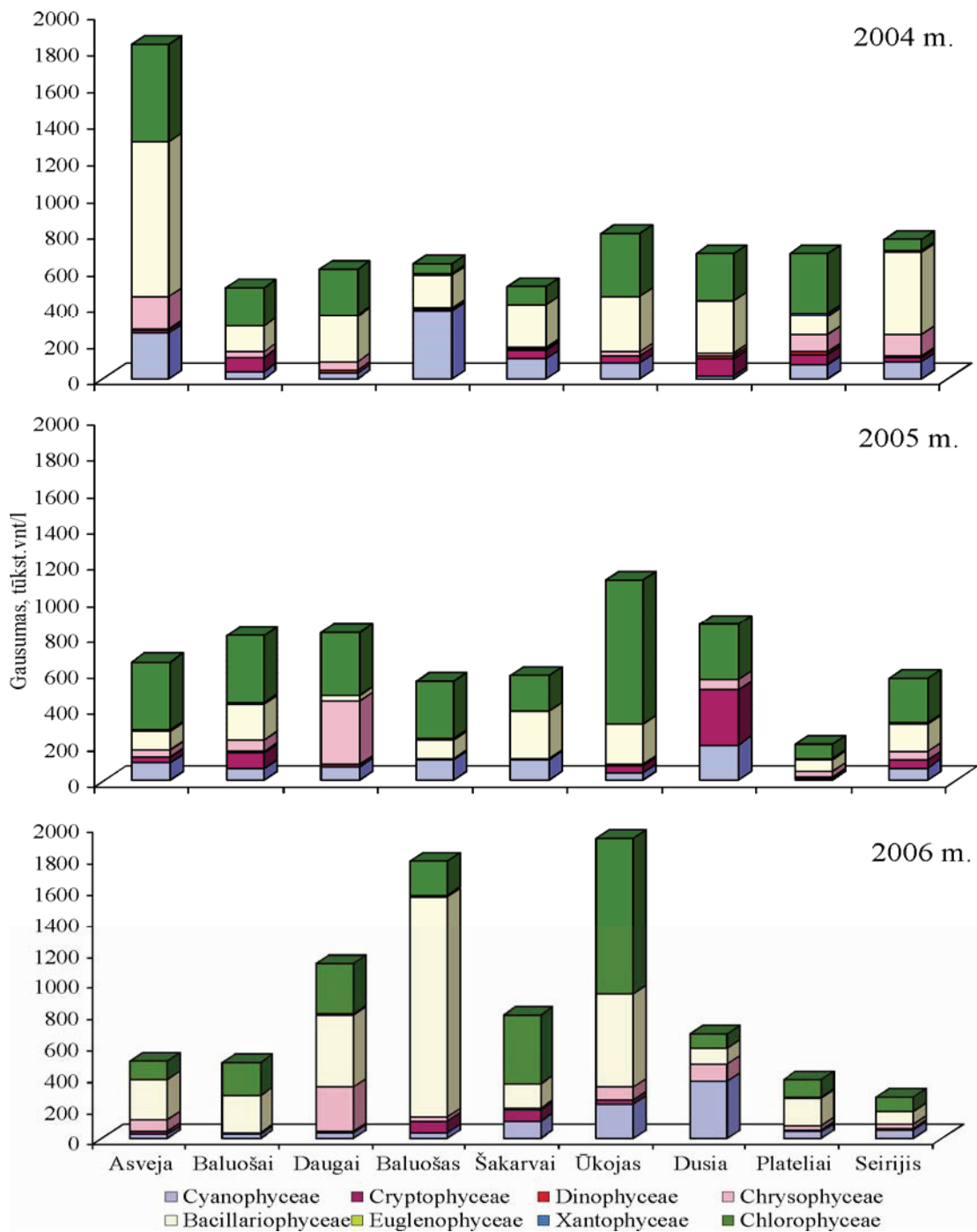
8 pav. Fitoplanktono biomasė tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

2004 metų liepą mažiausias fitoplanktono gausumas buvo Baluošų ir Šakarvų ežeruose, atitinkamai 514 ir 523 tūkst. vnt./l, mažiausia biomasė (0,25-0,27 mg/l) – Baluošų, Ūkojo ir Šakarvų ežeruose. Intensyviausiai fitoplanktonas vystėsi Asvejos ežere: bendras fitoplanktono gausumas buvo 1,83 mln. vnt./l., biomasė – 1,13 mg/l. Visuose ežeruose gausiausi buvo įvairūs titnagdumbliai ir žaliadumbliai, melsvabakterės nebuvo gausios, išskyrus Baluošo ežerą (9 pav.).

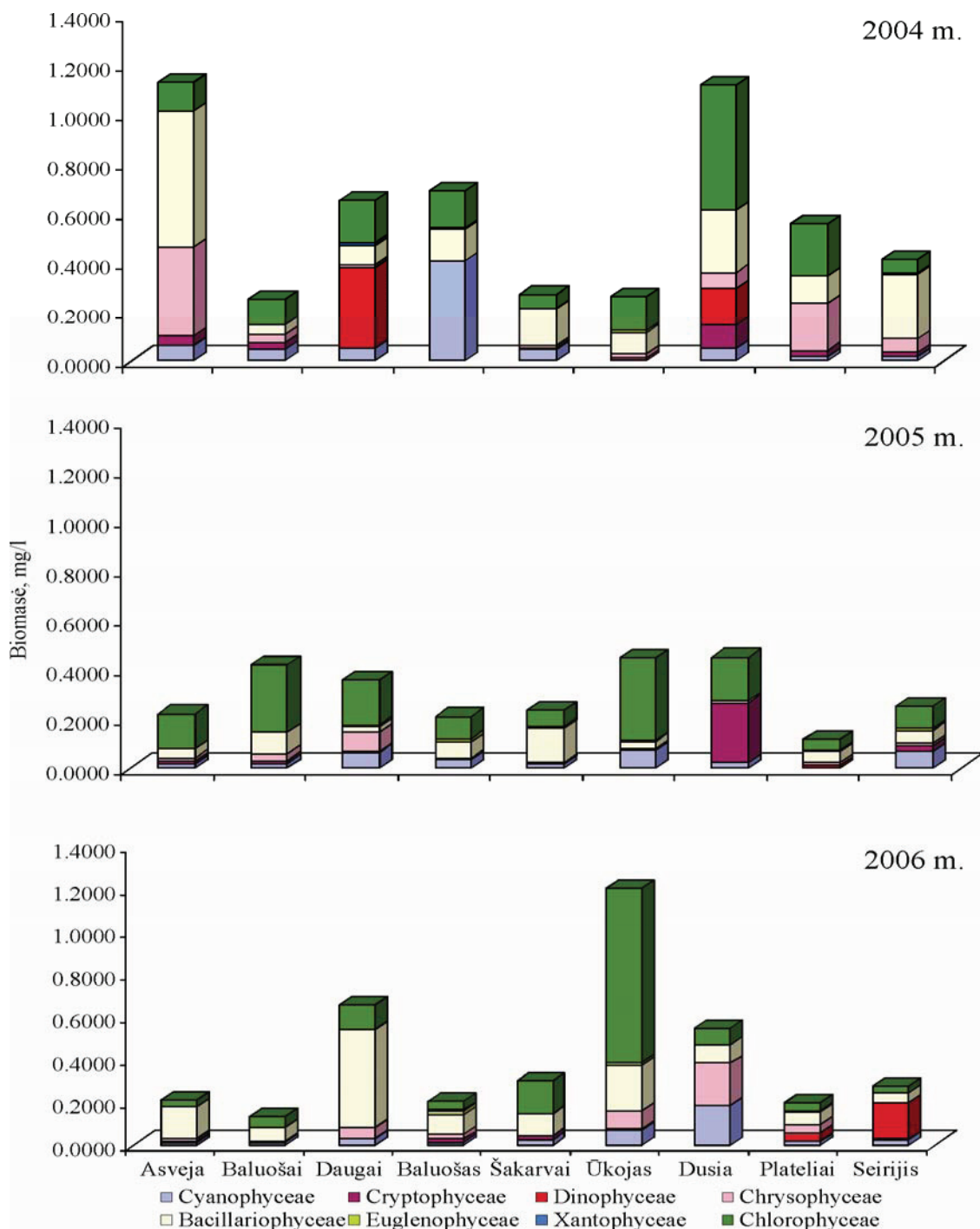
2005 metų liepos mėnesį mažiausias fitoplanktono gausumas (252 tūkst. vnt./l) ir biomasė (0,12 mg/l) – Platelių ežere, didžiausias (1,15 mln. vnt./l.) – Ūkojo ežere. Tais metais didžiausia biomasė (0,42-0,47 mg/l) buvo Baluošų, Ūkojo, Dusios ir Daugų ežeruose. Daugumoje ežerų vyravo žaliadumbliai. Daugų ežere žaliadumbliai ir auksadumbliai, Dusios – žaliadumbliai ir kriptofitainiai. Šakarvų ežere – titnagdumbliai.

2006 metų liepos mėnesį mažiausias fitoplanktono gausumas buvo Seirijo ežere (277 tūkst. vnt./l), o biomasė (0,20-0,27 mg/l) buvo Platelių, Baluošo, Asvejos ir Seirijo ežeruose. Didžiausias gausumas (1,93 mln. vnt./l.) ir biomasė (1,20 mg/l) – Ūkojo ežere. Visuose ežeruose gausiausi buvo įvairūs titnagdumbliai ir žaliadumbliai, melsvabakterės nebuvo gausios, išskyrus Dusios ežerą.

Fitoplanktono biomasė ir gausumas skirtinguose ežeruose ir skirtingais tyrimų metais statistiškai nesiskyrė (vienfaktorinė dispersinė analizė: atitinkamai, ežero efektas: $F_{8,18}=1,17$, $p=0,36$, metų efektas: $F_{8,18}=0,90$, $p=0,53$ ir ežero efektas: $F_{2,24}=0,35$, $p=0,70$; metų efektas: $F_{2,24}=1,74$; $p=0,19$). Skirtumų nebuvimas tarp metų parodė, kad meteorologinės sąlygos skirtingais metais fitoplanktono kiekybiniais parametrams įtakos neturėjo. Lyginant fitoplanktono biomasę ir gausumą tarp skirtingų ežerų grupių, taip pat nebuvo nustatyta patikimų skirtumų (grupuota dispersinė analizė: atitinkamai $F_{2,18}=0,01$, $p=0,98$ ir $F_{2,18}=1,98$, $p=0,16$).



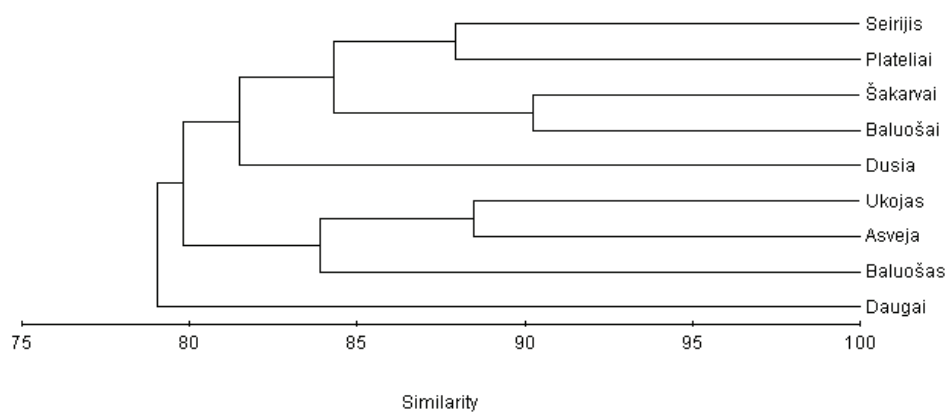
9 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumas tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.



10 pav. Skirtingų dumblių klasių biomasė tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

Lyginant planktono dumblių bendrijas pagal skirtingų dumblių klasių vidutinį gausumą išsiskyrė kelios ežerų grupės (11 pav.). Seirijo, Platelių, Šakarvų,

Baluošų, Ūkojo ir Asvejos ežeruose skirtingais tyrimų metais liepos mėnesį fitoplanktone pakaitomis dominavo žaliadumbliai ir titnagdumbliai. Dažniausiai sutinkamos rūšys: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Oocystis rhomboidea*, *Phacotus lenticularis* (6 lentelė). Tuo tarpu Daugų ežere žaliadumblius ir titnagdumblius 2005 m. papildė auksadumbliai, o Baluošo ir Dusios ežeruose skirtingais metais vyravo skirtingos dumblių klasės. Baluošo ežere 2004 m. vyravo melsvabakterės, 2005 m. – žaliadumbliai, o 2006 m. – titnagdumbliai. Dusios ežere 2004 m. vyravo titnagdumbliai su žaliadumbliais, 2005 m. – kriptofitiniai dumbliai su žaliadumbliais, o 2006 m. – melsvabakterės.



11 pav. Tirtų ežerų planktono dumblių bendrijų sandaros pagal skirtingų dumblių klasių gausumą palyginimas pagal Bray-Curtis panašumą.

Apibendrinant tyrimų rezultatus, didžiausias fitoplanktono biomasės kitimas trijų metų laikotarpyje nustatytas Asvejos ir Ūkojo ežeruose, mažiau biomasė svyravo Baluošo, Dusios ir Platelių ežeruose, o Seirijo ir Šakarvų ežeruose biomasė kito nežymiai. Bendras fitoplanktono gausumas trijų metų laikotarpyje labiausiai kito Asvejos, Baluošo ir Ūkojo ežeruose. Ežeruose gausiausiai vystėsi Bacillariophyceae, Chlorophyceae ir Cyanophyceae klasių atstovai.

6 lentelė. Dominuojančios vasaros fitoplanktono dumblių rūšys (pagal gausumą ir biomasę) 2004-2006 m.

Ežeras	Data	Pagal gausumą dominuojančios dumblių rūšys	Pagal biomasę dominuojančios dumblių rūšys
1	2	3	4
Asveja	2004	<i>Fragilaria crotonensis</i> (20,3 %), <i>Oocystis rhomboidea</i> (14,6 %)	<i>Dinobryon sociale</i> (29,8 %), <i>Fragilaria crotonensis</i> (24,9 %)
	2005	<i>Oocystis rhomboidea</i> (22,7 %)	<i>Tetraedron minimum</i> (26,5 %), <i>Phacotus lenticularis</i> (17,6 %)
	2006	<i>Asterionella formosa</i> (30,2 %), <i>Cyclotella</i> sp. (18,2 %)	<i>A. formosa</i> (47,9 %)
Baluošas	2004	<i>Planktothrix agardhii</i> (44,9 %), <i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (11,6 %)	<i>Planktothrix agardhii</i> (45,8 %), <i>Chlamydomonas</i> sp. (11,6 %)
	2005	<i>O. rhomboidea</i> (26,4 %)	<i>Phacotus lenticularis</i> (12,4 %)
	2006	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (77,4 %)	<i>C. comensis</i> (38,7 %),
Baluošai	2004	<i>Phacotus lenticularis</i> (21 %), <i>F. crotonensis</i> (14,4 %)	<i>P. lenticularis</i> (28,2 %), <i>Dinobryon divergens</i> (10,9 %)
	2005	<i>O. rhomboidea</i> (17,6 %), <i>P. lenticularis</i> (16,8 %), <i>Cryptomonas</i> sp. (10,7%), <i>C. cf. comensis</i> (10,1 %)	<i>Chlamydomonas</i> sp. (33,2), <i>P. lenticularis</i> (23,08 %), <i>A. formosa</i> (15,11 %)
	2006	<i>C. comensis</i> (38,5 %), <i>O. rhomboidea</i> (28,4 %)	<i>C. comensis</i> (21,8 %)
Daugai	2004	<i>C. comensis</i> (22,7 %)	<i>Peridinium</i> sp. (40,9 %)
	2005	<i>P. lenticularis</i> (27,5 %), <i>Chromulina</i> sp. (29 %)	<i>Chromulina</i> sp. (35,2 %), <i>P. lenticularis</i> (27,5 %), <i>D. sociale</i> (18,9 %)
	2006	<i>A. formosa</i> (25,8 %), <i>Salpingoeca</i> sp. (24,4%), <i>O. rhomboidea</i> (19,3 %)	<i>A. formosa</i> (38,2 %), <i>Rhizosolenia longiseta</i> (23,2 %)
Dusia	2004	<i>Asterionella formosa</i> (20,8 %), <i>Cryptomonas</i> sp. (12,6 %)	<i>Chlamydomonas</i> sp. (34,4 %), <i>Peridinium</i> sp. (13,5 %), <i>Asterionella formosa</i> (13,4 %)
	2005	<i>Oocystis</i> sp. (26 %)	<i>Cryptomonas</i> sp. (39,3 %),
	2006	<i>Limnothrix planctonica</i> (30,2 %), <i>Limnothrix redekei</i> (18,6 %), <i>Dinobryon bavaricum</i> (12 %)	<i>Dinobryon bavaricum</i> (34,8 %), <i>Limnothrix redekei</i> (16,2 %), <i>L. planctonica</i> (11,6 %)

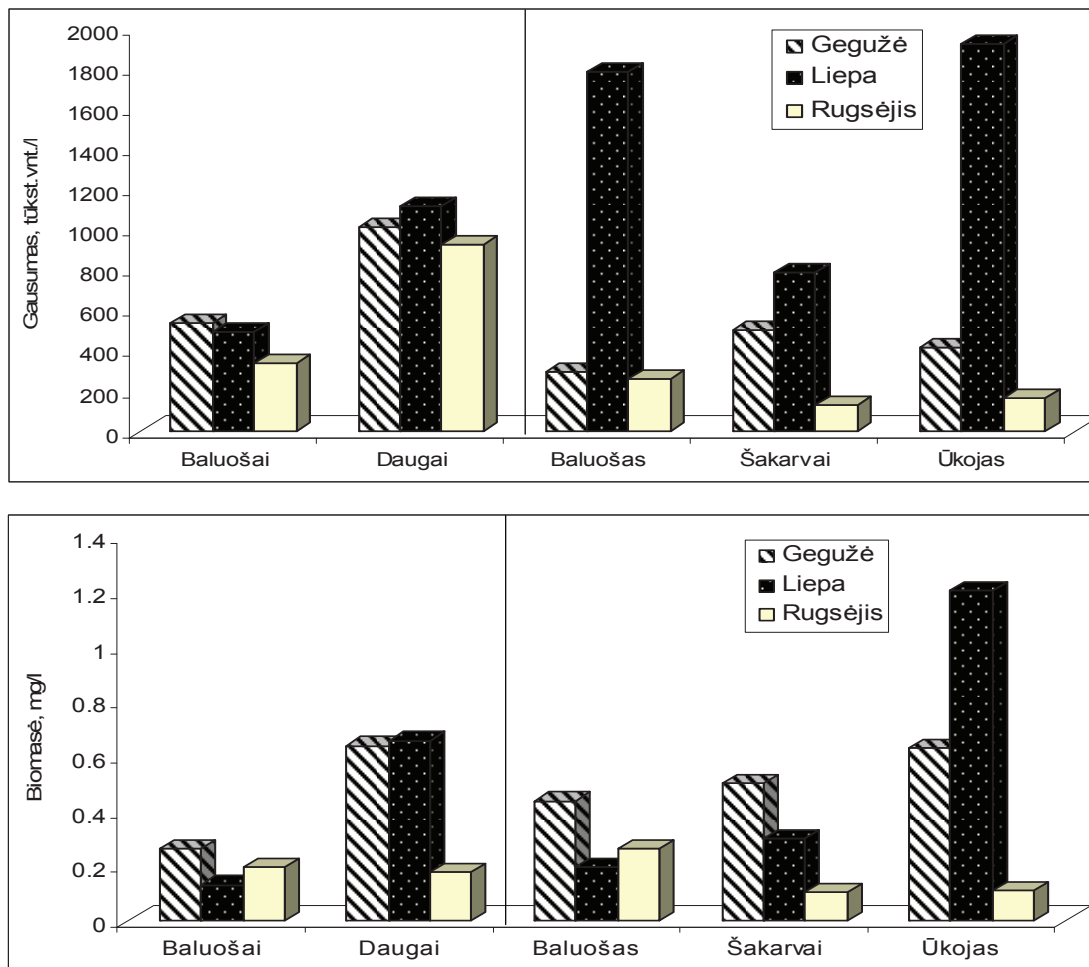
6 lentelės tęsinys.

1	2	3	4
Plateliai	2004	<i>O. rhomboidea</i> (22,1 %)	<i>Chrysococcus</i> sp. (23,9 %)
	2005	<i>O. rhomboidea</i> (21,3 %)	<i>Chlamydomonas</i> sp. (21,9 %),
	2006	<i>Fragilaria crotonensis</i> (16,3 %), <i>O. rhomboidea</i> (14,3 %), <i>Cyclotella</i> sp. (13,1 %)	<i>D. divergens</i> (19,9 %), <i>F. crotonensis</i> (10,1 %), <i>Cyclotella</i> sp. (10,1 %)
Seirijis	2004	<i>A. formosa</i> (22,3 %), <i>C. cf. comensis</i> (22,3 %)	<i>A. formosa</i> (26,5 %)
	2005	<i>P. lenticularis</i> (26,3 %), <i>Cyclotella</i> sp. (14,7 %)	<i>P. lenticularis</i> sudarė (20,6 %), <i>F. crotonensis</i> (12,3 %)
	2006	<i>Cyclotella cf. comensis</i> (13,7 %), <i>P. lenticularis</i> (12,5 %), <i>F. crotonensis</i> (11,3 %)	<i>Ceratium hirundinella</i> (62 %), <i>F. crotonensis</i> (11,2 %)
Šakarvai	2004	<i>A. formosa</i> (16,3 %)	<i>A. formosa</i> (26,7%)
	2005	<i>F. crotonensis</i> (19,5 %), <i>O. rhomboidea</i> (17,4 %), <i>Cyclotella</i> sp. (13,9 %)	<i>F. crotonensis</i> (36,8 %), <i>P. lenticularis</i> (20,2 %), <i>R. longiseta</i> (10,8%),
	2006	<i>P. lenticularis</i> (25,8 %), <i>O. rhomboidea</i> (15,5 %), <i>F. crotonensis</i> (11,3 %)	<i>P. lenticularis</i> (37,2 %), <i>F. crotonensis</i> (22,6 %)
Ūkojas	2004	<i>O. rhomboidea</i> (17,6 %), <i>Cyclotella</i> sp. (17,6 %)	<i>Eutetramorus fotii</i> (20,1 %)
	2005	<i>O. rhomboidea</i> (32,7 %), <i>P. lenticularis</i> (27,2 %), <i>Cyclotella</i> sp. (15,8%)	<i>P. lenticularis</i> (48,7 %)
	2006	<i>P. lenticularis</i> (32,3 %), <i>Cyclotella</i> sp. (15,8 %), <i>F. crotonensis</i> (10,4 %)	<i>Eutetramorus fotii</i> (27,9 %), <i>P. lenticularis</i> (22,3 %),

4.4. Sezoninė fitoplanktono kaita Baluošo, Daugų, Daugų, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose

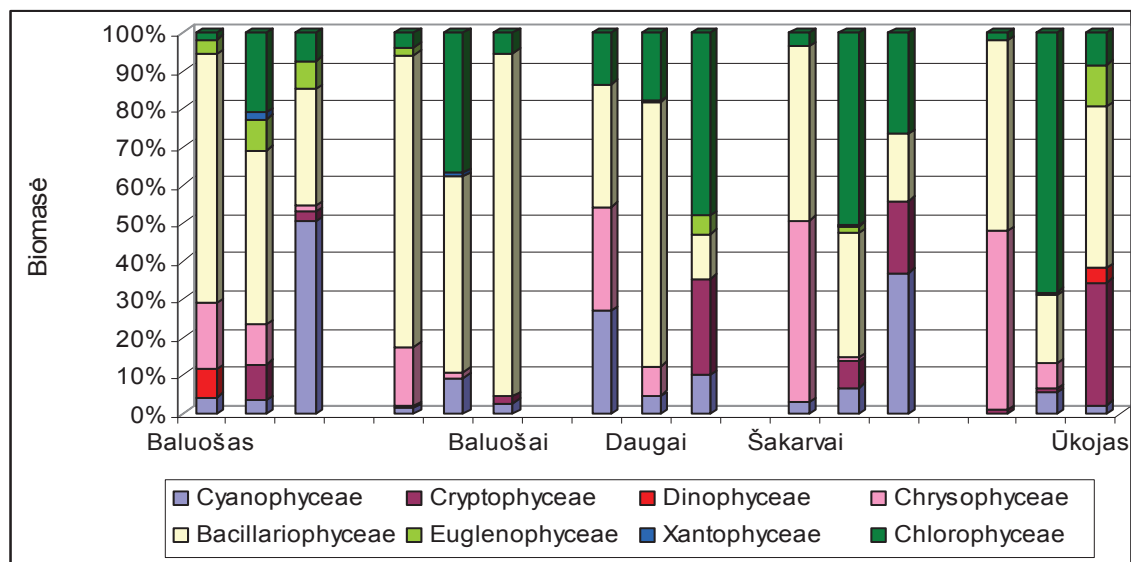
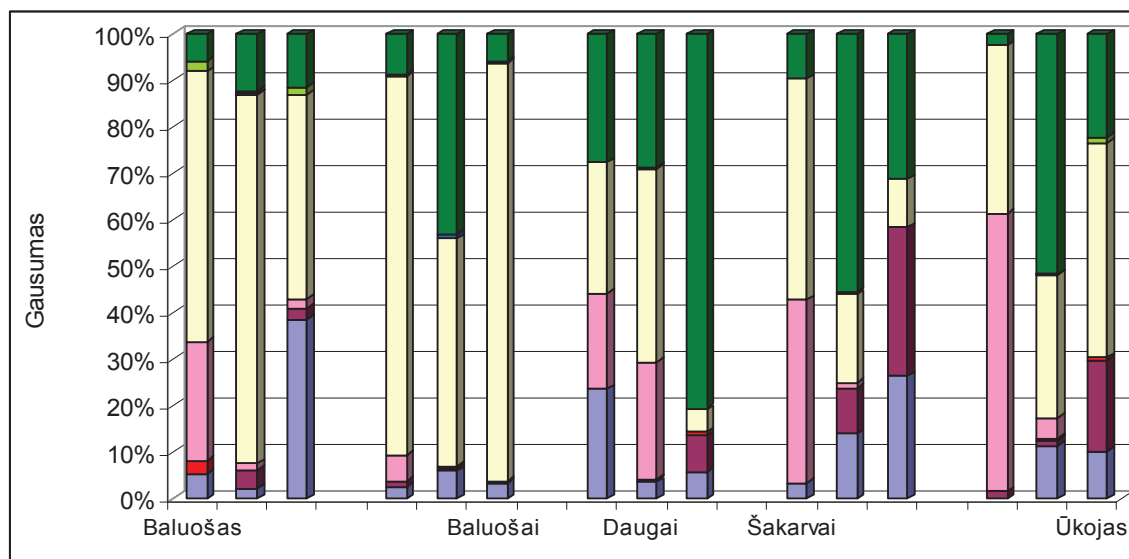
Baluošo ežero fitoplanktonas gegužės mėnesį nepasižymėjo aukštais gausumo ir biomasės rodikliais. Bendras fitoplanktono gausumas buvo 291,1 tūkst. vnt./l, o biomasė – 0,43 mg/l (12 pav.). Dominavo titnagdumbliai, kurie sudarė 58,1 % gausumo ir 65,5 % biomasės (13 pav.). Mažiau gausūs buvo auksadumbliai, *Dinobryon divergens* sudarė 25,6 % bendro fitoplanktono gausumo ir 17,26 % bendros biomasės (7 lentelė). Liepos mėnesį fitoplanktono gausumas siekė 1,78 mln. vnt./l, nors biomasė buvo tik 0,19 mg/l. Fitoplanktone intensyviai tebesivystė titnagdumbliai (79,2 % gausumo ir 45,7 % biomasės), su dominante *Cyclotella comensis* kuri sudarė net 77,4 % nuo bendro fitoplanktono gausumo ir 38,1 % biomasės. Vasarą gausiau vystėsi ir žaliadumbliai, kurie sudarė 20,6 % biomasės. Rugsėjo pabaigoje, nukritus vandens temperatūrai, fitoplanktono sumažėjo iki 261,6 tūkst. vnt./l, biomasė buvo dar mažesnė nei pavasarį – 0,26 mg/l. Šiuo laikotarpiu intensyviausiai vystėsi titnagdumbliai (43,4 % bendro gausumo ir 29,3 % biomasės) ir melsvabakterės (38,3 % ir 48,9 %).

Baluošų ežere fitoplanktono gausumas metų bėgyje kito nedaug. Didžiausias gausumas buvo pavasarį – 536,6 tūkst. vnt./l, vasarą buvo – 490,6 tūkst. vnt./l, o rudenį dar sumažėjo iki 334,4 tūkst. vnt./l. Fitoplanktono biomasė didžiausia buvo pavasarį – 0,26 mg/l, o vasarą ir rudenį atitinkamai 0,13 ir 0,19 mg/l. Viso sezono metu fitoplanktone vyravo titnagdumbliai (nuo 49,05 iki 89,7 % bendro fitoplanktono gausumo ir 51,4 – 90,1 % biomasės) su dominante *Cyclotella comensis*. Vasarą vyraujančių rūšių kompleksą dar papildė žaliadumbliai *Oocystis rhomboidea*.



12 pav. Fitoplanktono gausumas ir biomasė tirtuose ežeruose 2006 m. gegužės, liepos ir rugsėjo mėn.

Daugų ežere fitoplanktono gausumas metų bėgyje buvo gana aukštas, lyginant su kitais tirtais ežerais. Jau gegužės mėnesį siekė 1,01 mln. vnt./l, o biomasė 0,63 mg/l. Liepos mėnesį gausumo ir biomasės vertės išliko panašios, atitinkamai 1,11 mln. vnt./l ir 0,65 mg/l. Rugsėjo mėnesį fitoplanktono produktyvumas nežymiai sumažėjo, bendras fitoplanktono gausumas buvo 0,92 mln. vnt./l, o biomasė – 0,17 mg/l. Pavasarių vyraujančių rūšių kompleksą sudarė Bacillariophyceae, Chrysophyceae ir Cyanophyceae klasių atstovai, tuo tarpu vasarą dominavo titnagdumbliai, o rudenį žaliadumbliai.



13 pav. Skirtingų dumblių klasių santykinis gausumas ir biomasė tirtuose ežeruose 2006 m. gegužės (1 stulpelis), liepos (2) ir rugsėjo (3) mėn.

Šakarvų ežere gegužės mėnesį bendras fitoplanktono gausumas buvo 499,3 tūkst. vnt./l, o biomasė – 0,50 mg/l. Vyraujančių rūšių kompleksą sudarė Bacillariophyceae ir Chrysophyceae klasių atstovai. Liepos mėnesį fitoplanktono gausumas padidėjo iki 785,1 tūkst. vnt./l, tuo tarpu biomasė sumažėjo iki 0,29 mg/l. Fitoplanktone vyravo žaliadumbliai *Phacotus lenticularis* ir *Oocystis*

rhomboidea. Rugsėjo mėnesį dumblių gausumas sumažėjo iki 130,2 tūkst. vnt./l, o biomasė iki 0,10 mg/l. Vyraujančių rūšių kompleksą sudarė Bacillariophyceae, Cryptophyceae ir Cyanophyceae klasių atstovai.

Ūkojo ežere gegužės mėnesį fitoplanktono nebuvo gausu, bendras fitoplanktono gausumas buvo 418,3 tūkst. vnt./l, o biomasė – 0,63 mg/l. Vyraujančių rūšių kompleksą sudarė auksadumbliai *Dinobryon sociale* ir *D. divergens*. Fitoplanktono vystymosi pikas užfiksuotas liepos pabaigoje, kai fitoplanktono gausumas siekė 1,92 mln. vnt./l, o biomasė – 1,20 mg/l. Vyraavo žaliadumbliai, iki 81 % nuo bendro fitoplanktono gausumo, su dominante *Phacotus lenticularis*. Rugsėjo mėnesį dumblių gausumas ir biomasė sumažėjo daugiau nei vienuolika kartų, atitinkamai iki 164 tūkst. vnt./l ir iki 0,10 mg/l.

Asvejos, Seirijo ir Dusios ežeruose 2006 m. fitoplanktono mėginiai buvo paimti tik vasarą ir rudenį. Dusios ežero fitoplanktonas rugsėjo mėnesį išsiskyrė didžiausiu gausumu – 1,2 mln. vnt./l ir biomasė – 1,08 mg/l. Vyraavo melsvabakterės, tarp kurių *Limnothrix redekei* sudarė 30 % bendro fitoplanktono gausumo. Asvejos ežere bendras fitoplanktono gausumas buvo 177,2 tūkst. vnt./l, Seirijo ežere – 191 tūkst. vnt./l. Atitinkamai fitoplanktone vyraavo žaliadumbliai (51 % bendro gausumo) ir titnagdumbliai (70,9 %).

Apibendrinus sezoninius fitoplanktono vystymosi rezultatus buvo nustatytas gausumo maksimumas – liepos mėnesį (vienfaktorinė dispersinė analizė: mėnesio efektas: $F_{2,12}=5,97$, $p=0,016$; HSD testas: skirtumas tarp vasaros ir pavasario $p=0,09$, skirtumas tarp vasaros ir rudens $p=0,014$), o biomasės – gegužės (Baluošo, Baluošų, Šakarvų ežeruose) ir liepos (Daugų, Ūkojo ežeruose) mėnesiais. Maksimalius gausumo ir biomasės rodiklius fitoplanktonas pasiekė Ūkojo ežere. Vasarą tirtuose ežeruose nustatytas žaliadumblių vystymosi maksimumas, išskyrus Daugų ežerą, kuriame didžiausias žaliadumblių gausumas buvo rudenį. Titnagdumbliai intensyviausiai vystėsi pavasarį ir rudenį, o melsvabakterės ir kriptofitiniai dumbliai – rudenį.

Tyrimų metu nustatyta tendencija, kad ežeruose, kuriuose gyvena reliktinis vėžiagyvis *L. macrurus* pavasarį fitoplanktone vyrauja auksadumbliai ir titnagdumbliai, o vasarą dominuoja žaliadumbliai. Rudenį vyraujančias titnagdumblių rūšis papildo melsvabakterės arba kriptofitiniai dumbliai. Ežeruose, kuriuose gyvena *E. lacustris* titnagdumblių biomasė fitoplanktone išlieka aukšta viso vegetacinio sezono metu. Kita svarbi fitoplanktono grupė – žaliadumbliai, kurie papildo titnagdumblius pavasarį arba rudenį.

7 lentelė. Vyraujančios dumblių rūšys (pagal gausumą ir biomase) ežerų planktone 2006 m.

Ežeras	Data	Pagal gausumą vyraujančios dumblių rūšys	Pagal biomase vyraujančios dumblių rūšys
Asveja	2006 07 28	<i>Asterionella formosa</i> (30,2 %), <i>Cyclotella</i> sp. (18,2 %)	<i>A. formosa</i> (47,9 %)
	2006 09 29	<i>Oocystis solitaria</i> (18,8 %)	<i>O. solitaria</i> (16,2 %)
Baluošas	2006 05 24	<i>Dinobryon divergens</i> (25,6 %)	<i>D. divergens</i> (17,26 %), <i>Synedra ulna</i> (14,6 %)
	2006 07 27	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (77,4 %)	<i>Cyclotella</i> sp. (38,1 %)
Baluošai	2006 09 22	<i>Fragilaria crotonensis</i> (25,2 %), <i>Limnolthrix redekei</i> (17,9 %)	<i>Planktothrix agardhii</i> (20,7 %), <i>L. redekei</i> (12,1 %)
	2006 05 30	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (65,2 %)	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (45,8 %)
	2006 07 21	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (38,5 %), <i>Oocystis rhomboidea</i> (28,4 %)	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (31,8 %)
Daugai	2006 09 29	<i>F. crotonensis</i> (76,3 %)	<i>F. crotonensis</i> (51,5 %), <i>Cyclotella</i> sp. (37,9 %)
	2006 05 23	<i>L. redekei</i> (19,5 %), <i>Dinobryon sociale</i> (15,03 %)	<i>D. sociale</i> (27,4 %), <i>L. redekei</i> (22,03 %)
	2006 07 20	<i>A. formosa</i> (25,8 %), <i>Salpingoeca</i> sp. (24,4 %)	<i>A. formosa</i> (38,2 %), <i>Rhizosolenia longiseta</i> (23,4 %)
Dusia	2006 09 26	<i>Ancyra judayi</i> (66,3 %)	<i>Cryptomonas</i> sp. (20,4 %), <i>Ancyra judayi</i> (18,4 %), <i>Dinobryon bavaricum</i> (33,6 %), <i>L. redekei</i> (15,6 %)
	2006 07 20	<i>Limnolthrix planctonica</i> (30,2 %), <i>L. redekei</i> (18,6 %), <i>D. bavaricum</i> (12 %)	
	2006 09 26	<i>L. redekei</i> (30,9 %), <i>D. sociale</i> (18,5 %)	<i>D. sociale</i> (34,8 %), <i>L. redekei</i> (16,2 %),
Seirijis	2006 07 20	<i>Cyclotella</i> cf. <i>comensis</i> (13,7 %), <i>Phacotus lenticularis</i> (12,5 %), <i>F. crotonensis</i> (11,3 %)	<i>C. hirundinella</i> (62 %), <i>F. crotonensis</i> (11,2 %)
	2006 09 26	<i>F. crotonensis</i> (31,7 %), <i>A. formosa</i> (17,9 %)	<i>F. crotonensis</i> (27,5 %), <i>A. formosa</i> (17,09 %)
Šakarvai	2006 05 24	<i>D. divergens</i> (23,6 %)	<i>D. divergens</i> (41,1 %)
	2006 07 27	<i>P. lenticularis</i> (25,8 %), <i>O. rhomboidea</i> (15,5 %), <i>F. crotonensis</i> (11,3 %)	<i>P. lenticularis</i> (37 %), <i>F. crotonensis</i> (22,6 %)
Ūkojas	2006 09 22	<i>Cryptomonas</i> sp. (24,9 %)	<i>Microcystis aeruginosa</i> (18,4 %), <i>Diatoma vulgare</i> (15,9 %)
	2006 05 24	<i>D. sociale</i> (27,4 %), <i>D. divergens</i> (17,8 %)	<i>D. sociale</i> (28,3 %), <i>D. divergens</i> (15,9 %)
	2006 07 27	<i>P. lenticularis</i> (32,3 %), <i>Cyclotella</i> sp. (12,8 %), <i>F. crotonensis</i> (37,9 %)	<i>Eutetramorus foitii</i> (27,9 %), <i>P. lenticularis</i> (22,3 %) <i>F. crotonensis</i> (35,8 %)

4.5. Sezoninė fitoplanktono kaita Nevardų ežere

Detalūs sezoninės fitoplanktono sukcesijos tyrimai, imant mėginius kas mėnesį, buvo atlikti 2005-2006 metais aktyvios vegetacijos periodu Nevardų ežere, kuriame buvo atliekami ir fitoplanktono ramybės stadijų aktyvacijos eksperimentiniai tyrimai.

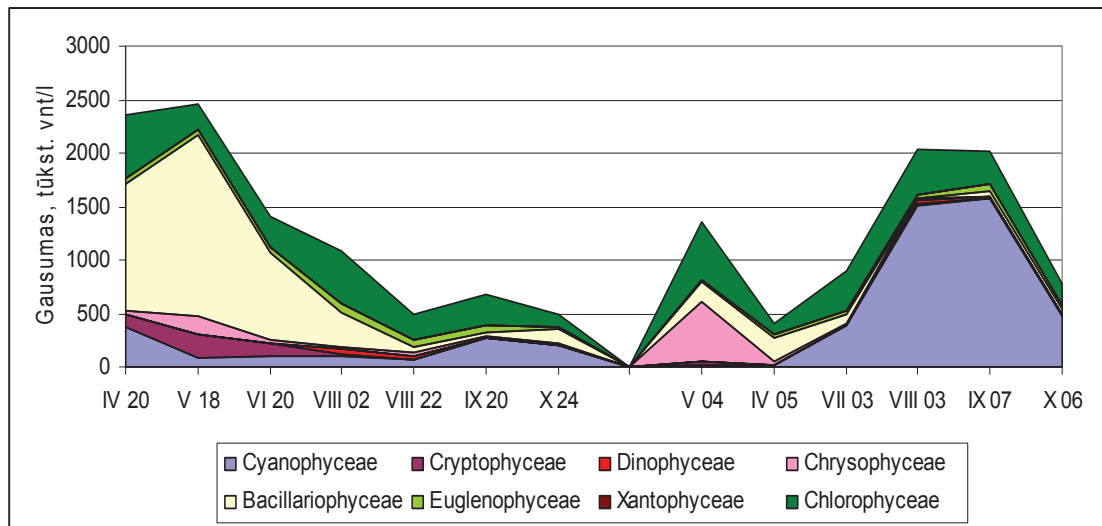
2005 metų balandžio ir gegužės mėnesiais bendras fitoplanktono gausumas buvo didžiausias – 2,4 mln. vnt./l. Vyraujančių rūšių kompleksą sudarė titnagdumbliai (48-68 %) ir žaliadumbliai (10 – 24 %) (14 pav.). Birželio mėnesį bendras fitoplanktono gausumas sumažėjo iki 1,4 mln. vnt./l. Titnagdumbliai vis dar sudarė 60 % nuo bendro fitoplanktono gausumo. Vasaros bėgyje fitoplanktono mažėjo ir mažiausias gausumas buvo spalio mėnesį – tik 0,5 mln. vnt./l.

Tuo tarpu 2006 metų bėgyje planktono dumblių gausumas taip pat ženkliai kito, bet fitoplanktono gausumo pikas (apie 2 mln. vnt./l) buvo užregistruotas rugpjūčio – rugsėjo mėnesiais, intensyviai vystantis siūlinėms melsvabakterėms *Pseudanabaena limnetica*.

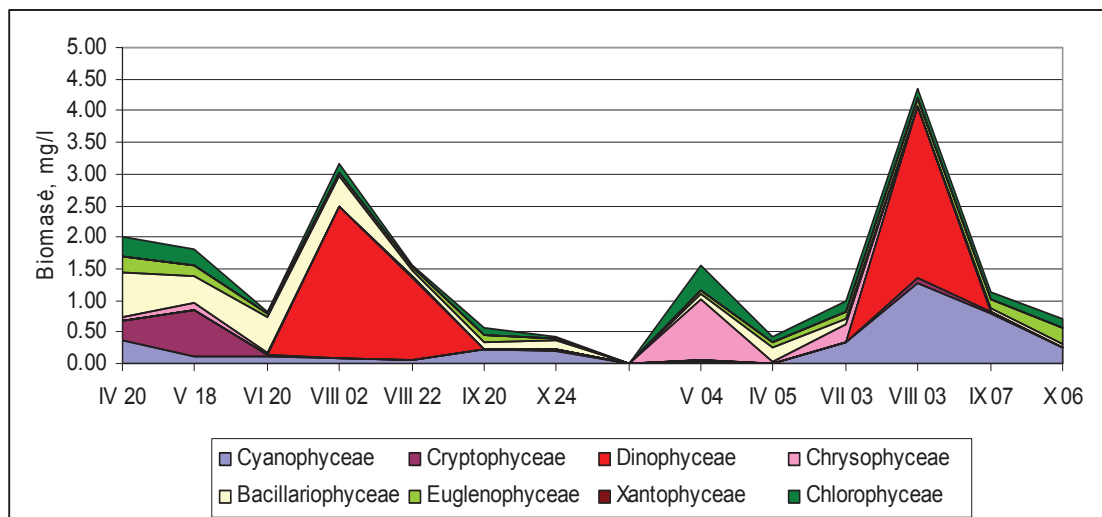
Pavasarij dominavo auksadumbliai (38,9 % bendro fitoplanktono gausumo), birželio mėnesį titnagdumbliai (52,8 %). Liepos mėnesį melsvabakterės (43 %) kartu su žaliadumbliais (41 %), o nuo rugpjūčio mėnesio melsvabakterės – net iki 77 % bendro fitoplanktono gausumo.

Didžiausia fitoplanktono biomasė (3,16 mg/l) 2005 m. buvo užfiksuota rugpjūčio pradžioje, kai fitoplanktone vyravo stambūs šarvadumbliai *Peridinium* sp., dėl šios priežasties fitoplanktono biomasės pikas nesutapo su gausumo maksimalia verte (15 pav.). *Peridinium* sp. dominavo (83,6 % nuo bendros fitoplanktono biomasės) ir rugpjūčio pabaigoje (8 lentelė). Balandį fitoplanktone vyraujančių rūšių kompleksą pagal biomasę sudarė titnagdumbliai *Synedra acus* (19 % nuo bendro fitoplanktono gausumo) ir *Aulacoseira granulata* (14,4 %). Gegužės mėnesį fitoplanktone dominavo titnagdumbliai *Synedra acus* kurie sudarė net 63 % bendro fitoplanktono gausumo, birželio mėnesį – *Cyclotella*

planctonica (26 %) ir titnagdumbliai *Rhizosolenia longiseta* (21 %). Liepos mėnesį *Rhizosolenia longiseta* (25 %) ir *Oocystis sp.* 10 %. Rudenį buvo gausios įvairios melsvabakterių *Oscillatoria* genties rūšys (10 – 18 %).



14 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo kaita Nevardų ežere 2005 – 2006 metais.



15 pav. Skirtingų dumblių klasių biomasės kaita Nevardų ežere 2005 – 2006 metais.

Fitoplanktono biomasėje taip pat išryškėjo keletas pikų. Vienas jų užfiksuotas 2005 m. liepos – rugpjūčio mėnesiais (4,3 mg/l), kai didžiausią biomasės dalį (62,7 %) sudarė šarvadumbliai *Peridinium* sp. 2006 m. gegužės mėnesį didžiausią biomasę sudarė auksadumbliai (41 %), vyraujančių rūšių kompleksą sudarė auksadumbliai *Dinobryon bavaricum* (39,9 %) ir žaliadumbliai *Monoraphidium komarkovae* (35,7 %). Birželio mėnesį vyravo titnagdumbliai *Diatoma anceps* (36,2 %) ir žaliadumbliai *Monoraphidium komarkovae* (21,3 %). Nuo liepos iki spalio – dominavo melsvabakterės *Pseudanabaena limnetica* (iki 69,6 %).

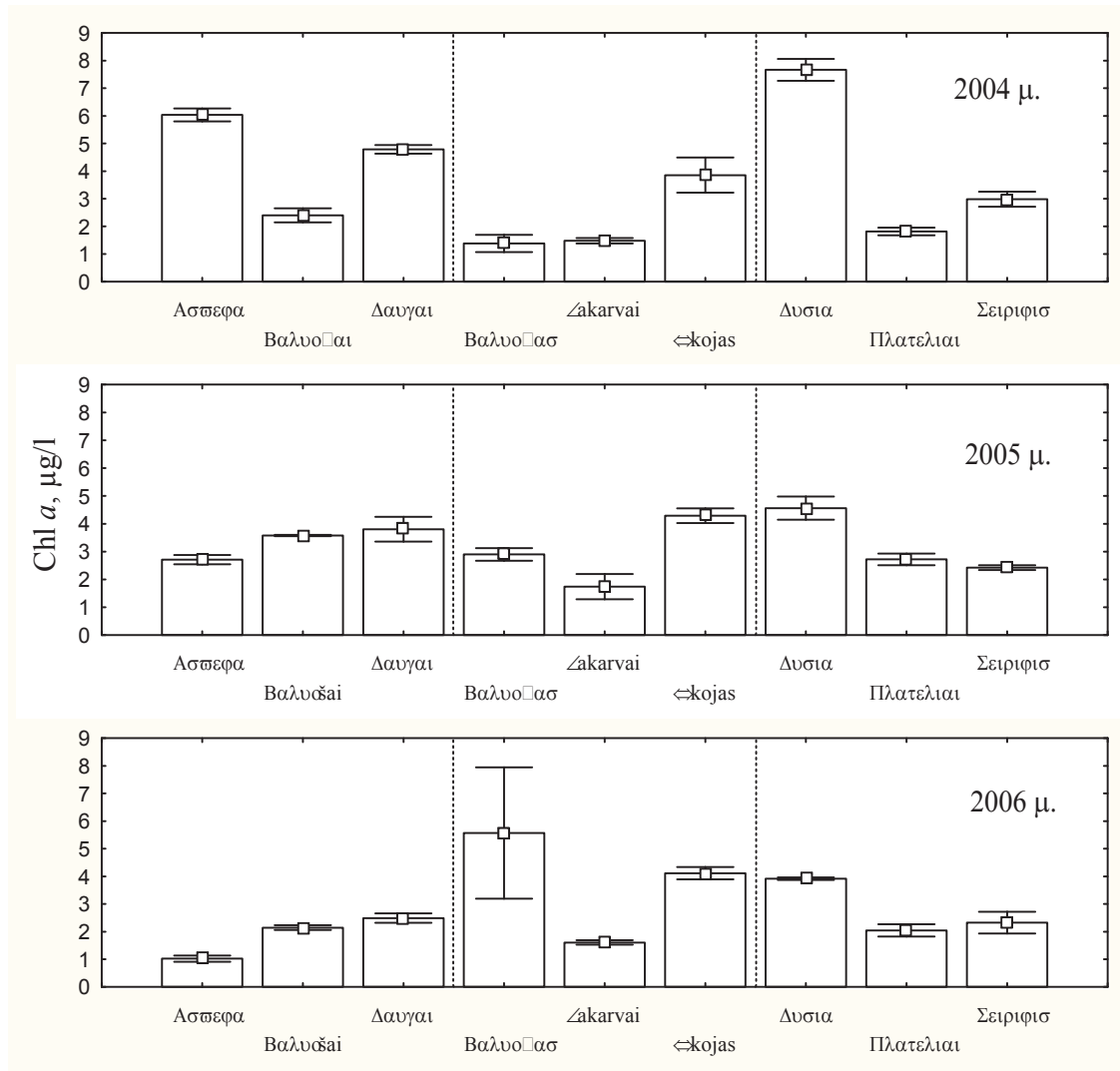
Fitoplanktono rūšių struktūros ir gausumo sezoninę kaitą Nevardų ežere 2005 ir 2006 metais lėmė vyraujančių dumblių klasių žaliadumblių, titnagdumblių ir melsvabakterių, bei jų gausiausių rūšių kaitos ypatumai.

8 lentelė. Dominuojančios dumblių rūšys (pagal gausumą ir biomase) Nevardų ežero planktone 2005-2006 m.

Nevardai	Pagal gausumą dominuojančios dumblių rūšys	Pagal biomase dominuojančios dumblių rūšys
2005 04 20	<i>Synedra acus</i> (19,5 %), <i>Aulacoseira granulata</i> (14, %)	<i>Cryptomonas</i> sp. (15,5 %), <i>Aulacoseira granulata</i> (11,7 %), <i>Synedra acus</i> (11,6 %), <i>Chlamydomonas</i> sp. (11,1 %)
2005 05 18	<i>Synedra acus</i> (63,9 %)	<i>Cryptomonas</i> sp. 1 (24,7 %), <i>Synedra acus</i> (19,1 %), <i>Cryptomonas</i> sp. (15,2 %), <i>Chlamydomonas</i> sp. (12,7 %)
2005 06 20	<i>Cyclotella planctonica</i> (26,2 %), <i>Rhizosolenia longiseta</i> (21,3 %)	<i>Cyclotella planctonica</i> (21,1 %), <i>Rhizosolenia longiseta</i> (29,8 %), <i>Limnothrix planctonica</i> (13,5)
2005 08 02	<i>R. longiseta</i> (24,6 %), <i>Radiococcus nimbatus</i> (12,1 %)	<i>Peridinium</i> sp. (75,6 %)
2005 08 22	<i>Oocystis rhomboidea</i> (11,1 %)	<i>Peridinium</i> sp. (83,6 %),
2005 09 20	<i>Planktothrix agardhii</i> (19,3 %), <i>Limnothrix planctonica</i> (11,2 %)	<i>P. agardhii</i> (28,3 %), <i>Trachelomonas vahvociana</i> (15,9 %)
2005 10 22	<i>P. agardhii</i> (18,63 %), <i>Limnothrix redekei</i> (18,01 %), <i>Asterionella formosa</i> (17,01 %)	<i>P. agardhii</i> (43,5 %),
2006 05 04	<i>Dinobryon bavaricum</i> (39,9 %), <i>Monoraphidium komarkovae</i> (35,71 %)	<i>Dinobryon bavaricum</i> (61,06 %), <i>Monoraphidium komarkovae</i> (20,11 %)
2006 06 05	<i>Diatoma anceps</i> (36,2 %), <i>M. komarkovae</i> (21,3 %)	<i>Diatoma anceps</i> (43,6 %)
2006 07 02	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (33,9 %)	<i>P. limnetica</i> (20,9 %)
2006 08 04	<i>P. limnetica</i> (62,4 %)	<i>Peridinium</i> sp. (62,2 %), <i>P. limnetica</i> (19,2 %)
2006 09 07	<i>P. limnetica</i> (69,6 %)	<i>P. limnetica</i> (82,6 %)
2006 10 22	<i>P. limnetica</i> (49,7 %)	<i>P. limnetica</i> (23,7 %)

4.6. Chlorofilo *a* kiekis ir trofiškumo indeksai

2004 metais mažiausios chlorofilo *a* koncentracija (1,3-1,8 $\mu\text{g/l}$) buvo Baluošo, Šakarvų ir Platelių ežeruose, didžiausia – 7,6 $\mu\text{g/l}$ Dusios ežere (16 pav.). 2005 metais chlorofilo *a* reikšmės svyravo nuo 1,7 (Šakarvų ežere) iki 4,5 $\mu\text{g/l}$ (Dusios ežere). Tuo tarpu 2006 metais mažiausia (1,5 $\mu\text{g/l}$) chlorofilo *a* koncentracija buvo Asvejos ežere, didžiausia – 5,5 $\mu\text{g/l}$ Baluošų ežere.

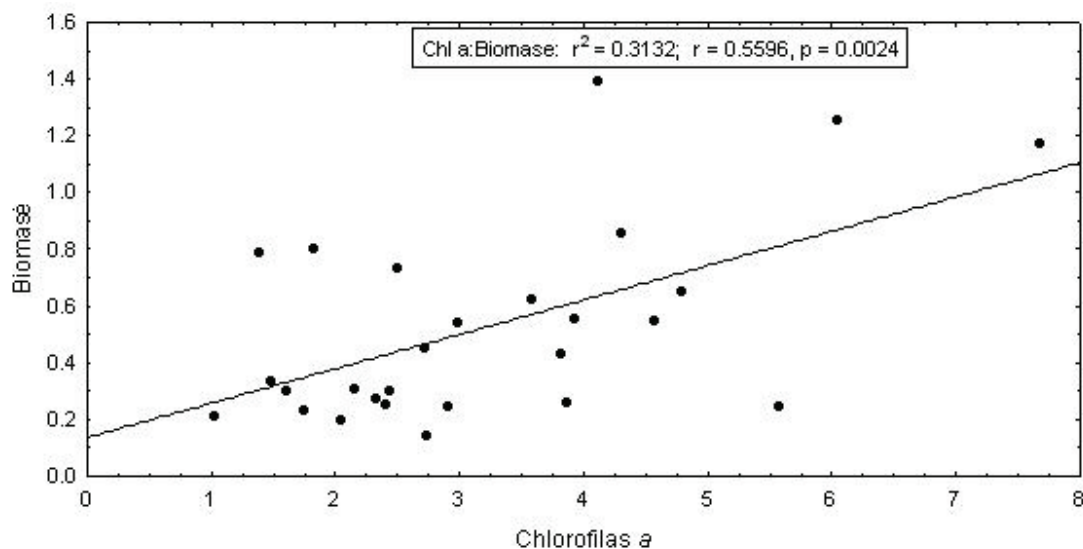


16 pav. Chlorofilo *a* kiekis (vidurkis ir standartinis nuokrypis) tirtuose ežeruose 2004-2006 metų liepos mėn.

Trijų metų bėgyje didžiausi chlorofilo *a* kiekio svyravimai liepos mėnesiais užfiksuoti Asvejos, Baluošo, Daugų ir Dusios ežeruose. Baluošo, Platelių, Seirijo, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose chlorofilo *a* kiekis kito nežymiai.

Lyginant chlorofilo *a* koncentracija tarp ežerų nustatyti patikimi skirtumai, tačiau tarp skirtingų ežerų grupių skirtumų nebuvo (grupuota dispersinė analizė (ežeras grupuotas ežerų grupėje) grupės efektas $F_{2,63}=1,31$, $p<0,27$; ežero efektas $F_{6,63}=11,26$, $p<0,001$).

Statistinės analizės metu nustatytas vidutinio stiprumo ryšys (koreliacija) tarp fitoplanktono biomasės ir chlorofilo *a* tirtuose ežeruose (17 pav.). Taip pat nustatyta koreliacija tarp chlorofilo *a* ir žemės ūkio naudmenų dalies ežero baseine ($r^2=0,17$, $r=0,41$, $p=0,03$).



17 pav. Koreliacija tarp chlorofilo *a* koncentracijos ir fitoplanktono biomasės.

Pagal chlorofilą *a* ir skaidrumą (pagal Secchi diską) apskaičiuoti tirtų ežerų trofiškumo indeksai (TSI). Tirtuose ežeruose TSI (SD) reikšmės svyravo nuo 31 iki 50, o TSI (Chl) nuo 34,7 iki 51,8 (9 lentelė). TSI (SD) reikšmės skirtinguose ežeruose patikimai skyrėsi (vienfaktorinė dispersinė analizė, atitinkamai $F=4,85$, $p=0,025$), o TSI (Chl) reikšmės statistiškai nesiskyrė ($F=2,38$, $p=0,59$).

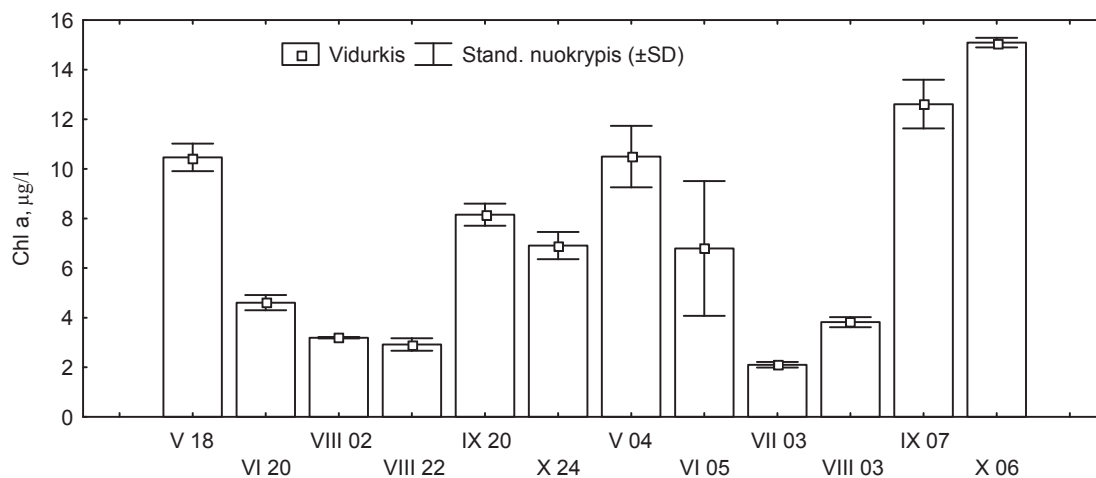
9 lentelė. Trofiškumo indeksai (TSI) apskaičiuoti pagal skaidrumo ir chlorofilo *a* reikšmes tirtuose ežeruose 2004 – 2006 metų liepos mėn.

	EŽERAI								
	Asveja	Baluošai	Daugai	Baluošas	Šakarvai	Ūkojas	Dusia	Plateliai	Seirijis
	2004 m.								
TSI (SD)	42,8	41,5	40,8	35,1	32,7	43,2	36,9	31	36,9
TSI (Chl)	48,2	39,1	45,9	33,7	34,4	43,8	50,5	36,4	41,3
	2005 m.								
TSI (SD)	50	45,7	44,6	40	35,9	41,1	37	32,1	38,3
TSI (Chl)	40,3	43,1	43,7	41	36	44,8	45,4	40,4	39,3
	2006 m.								
TSI (SD)	42,9	46,8	44,1	46,8	44,1	44,1	35,9	34,1	34,1
TSI (Chl)	34,7	38	39,5	47,4	35,2	44,4	44	37,5	38,8

Chlorofilo *a* kaita vegetacinio sezono metu ir trofiškumo indeksai.

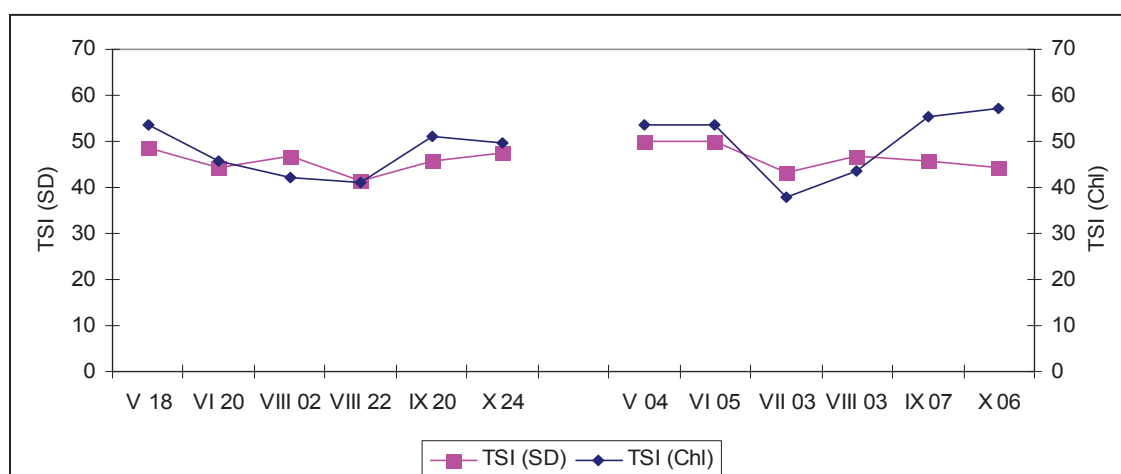
2006 metais chlorofilo *a* kiekis pavasario fitoplanktone svyravo nuo 2,14 $\mu\text{g/l}$ Baluošų ežere iki 6,73 $\mu\text{g/l}$ Ūkojo ežere. Vasarą didžiausia chlorofilo *a* koncentracija (5,5 $\mu\text{g/l}$) buvo Baluošų, mažiausia – 1,5 $\mu\text{g/l}$ Asvejos ežere. Rudenį chlorofilo *a* kiekis svyravo nuo 1,29 $\mu\text{g/l}$ Baluošų ežere iki 4,20 $\mu\text{g/l}$ Ūkojo ežere.

Chlorofilo *a* kiekis 2005 metais Nevardų ežere mažiausias buvo rugpjūčio mėnesį – 2,92 $\mu\text{g/l}$, o didžiausias gegužę – 10,6 $\mu\text{g/l}$ (18 pav.). 2006 metais chlorofilo *a* kiekis, kaip ir 2005 metais, mažiausias buvo vasarą: liepos mėnesį – 2,1 $\mu\text{g/l}$, o rugpjūtį – 3,8 $\mu\text{g/l}$. Tuo tarpu pavasarį ir rudenį chlorofilo *a* kiekis siekė 15,9 $\mu\text{g/l}$ spalio mėnesį. Tokie kiekiai jau yra būdingi eutrofiniams vandens telkiniams, tačiau paskaičiavus 2005 ir 2006 metų vegetacinio sezono vidurkius, t.y. atitinkamai 6,04 ir 8,4 $\mu\text{g/l}$, ežerą vis tik galima priskirti prie mezotrofinių su eutrofiškumo bruožais.



18 pav. Chlorofilo *a* kiekis Nevardų ežere 2005 – 2006 m.

2005-2006 m. aktyvios vegetacijos periodu Nevardų ežere buvo apskaičiuoti trofiškumo indeksai pagal chlorofilo *a* ir skaidrumo reikšmes. TSI (Chl) metų bėgyje kito nuo 37,8 iki 53,6 (19 pav.). TSI (SD) reikšmės buvo mažesnės nei TSI (Chl) ir svyravo nuo 41,5 iki 50,0. 2005 m. didžiausios TSI (Chl) vertės užfiksuotos gegužės mėnesį. Tuo tarpu 2006 m. didžiausios TSI (Chl) vertės užfiksuotos spalio mėnesį. TSI (SD) vertės tik 2006 m. gegužės-birželio mėnesiais siekė 50, tačiau likusių metų bėgyje buvo mažesnės.

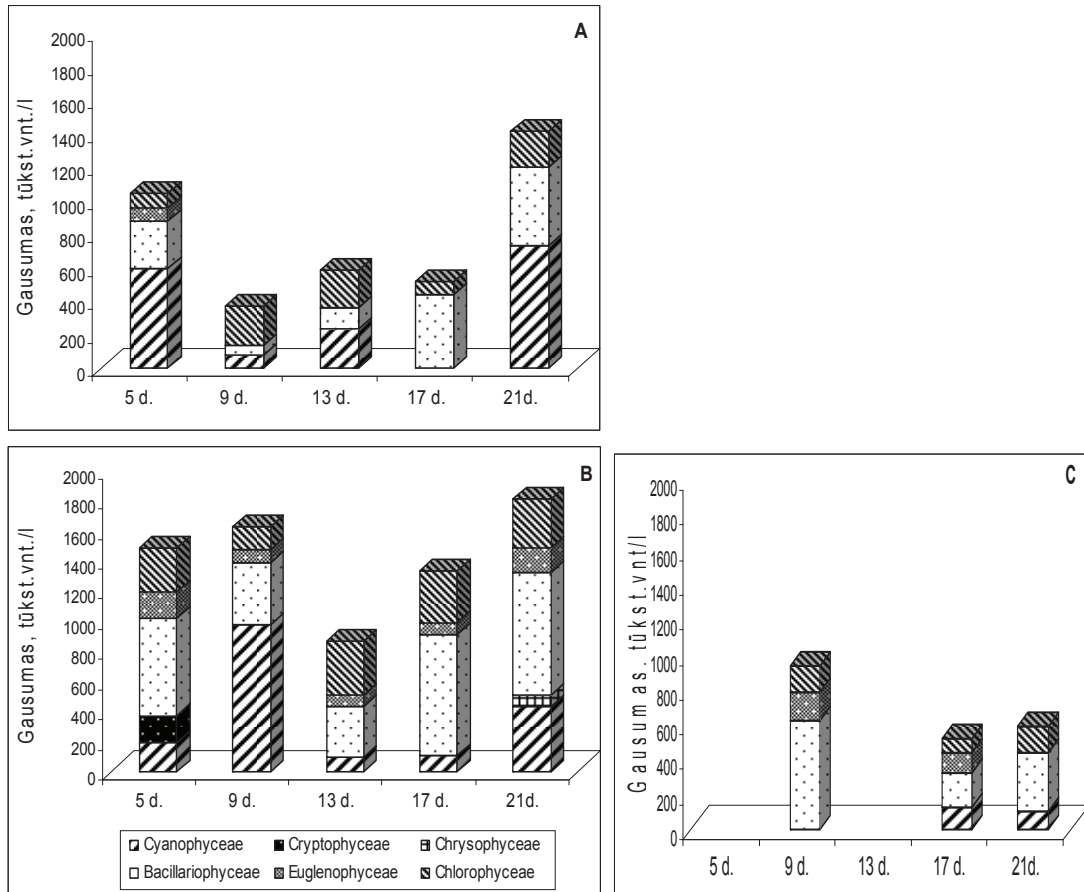


19 pav. Trofiškumo indeksai Nevardų ežere 2005-2006 m.

Tirtuose ežeruose chlorofilo *a* reikšmes ir trofiškumo indeksai atitinka mezotrofiniams ežerams būdingas vertes, tik Asvejos, Dusios ir Nevardų ežeruose ryškėja spartesnės eutrofikacijos tendencijos.

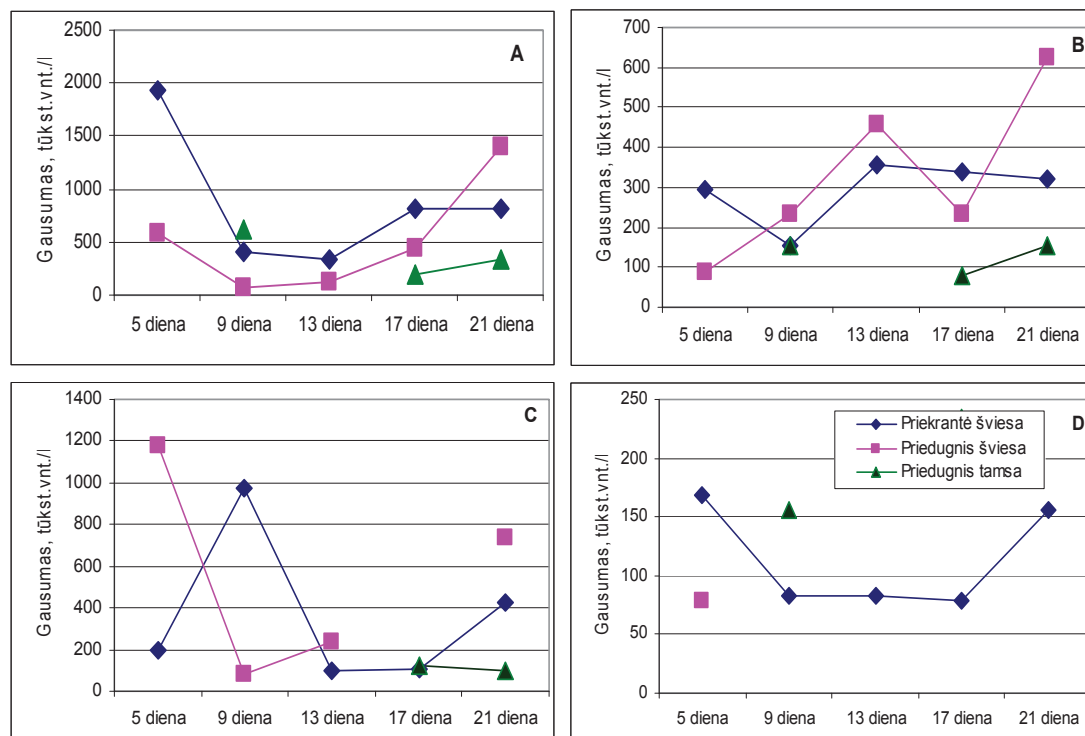
4.7. Dumblių aktyvacijos iš diapauzės eksperimentas

2005 metų pavasarį atlikto eksperimento metu dugno nuosėdų mėginiuose buvo rasta titnagdumblių, žaliadumblių, euglendumblių, auksadumblių, kriptofitainių ir melsvabakterių. Mėginiuose vyravo titnagdumbliai ir melsvabakterės. Didžiausia dumblių įvairovė ir gausa rasta šviesoje laikytuose bandiniuose iš giluminės (14 m) ežero dalies. Vidutinis dumblių gausumas buvo nuo 0,86 iki 1,7 mln. vnt./l (20 pav.). Mažiausiai ląstelių rasta tamsoje laikytuose mėginiuose (nuo 0,51 iki 0,93 mln. vnt./l). Mėginiuose iš priekrantės dumblių ląstelių gausumas svyravo nuo 0,37 iki 1,4 mln. vnt./l.



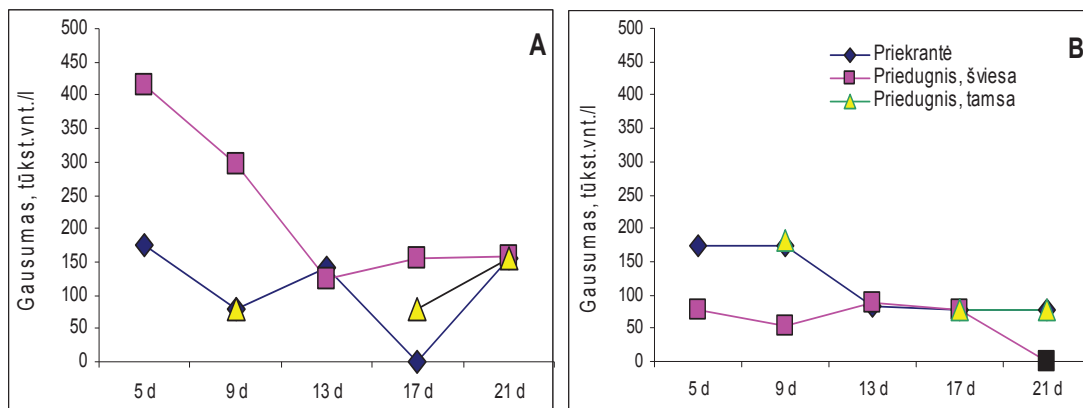
20 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – priekrantės (šviesa), B – iš gilumos (šviesa), C – iš gilumos (tamsa) 2005 m.

Palyginus skirtingų klasių gausumo duomenis, daugiausiai buvo rasta titnagdumblių – iki 2 mln. vnt./l mėginyje iš priekrantės laikyto šviesoje. Melsvabakterių buvo rasta mažiau, didžiausias gausumas buvo 1,2 mln. vnt./l mėginyje iš gilumos laikyto šviesoje. Žaliadumblių ir euglendumblių rasta dar mažiau, atitinkamai iki 0,62 ir 0,16 mln. vnt./l (21 pav).



21 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – Bacillariophyceae, B – Chlorophyceae, C –Cyanophyceae, D – Euglenophyceae).

Lyginant skirtingų dumblių rūšių išėjimo iš diapauzės laiką, nustatyta, kad titnagdumbliai *Cyclotella planctonica* buvo gausiausi 5 eksperimento dieną, o titnagdumblių *Synedra acus* gausumas išliko pastovus viso eksperimento metu, mėginiuose ir iš giluminės dalies, ir iš priekrantės (22 pav.).

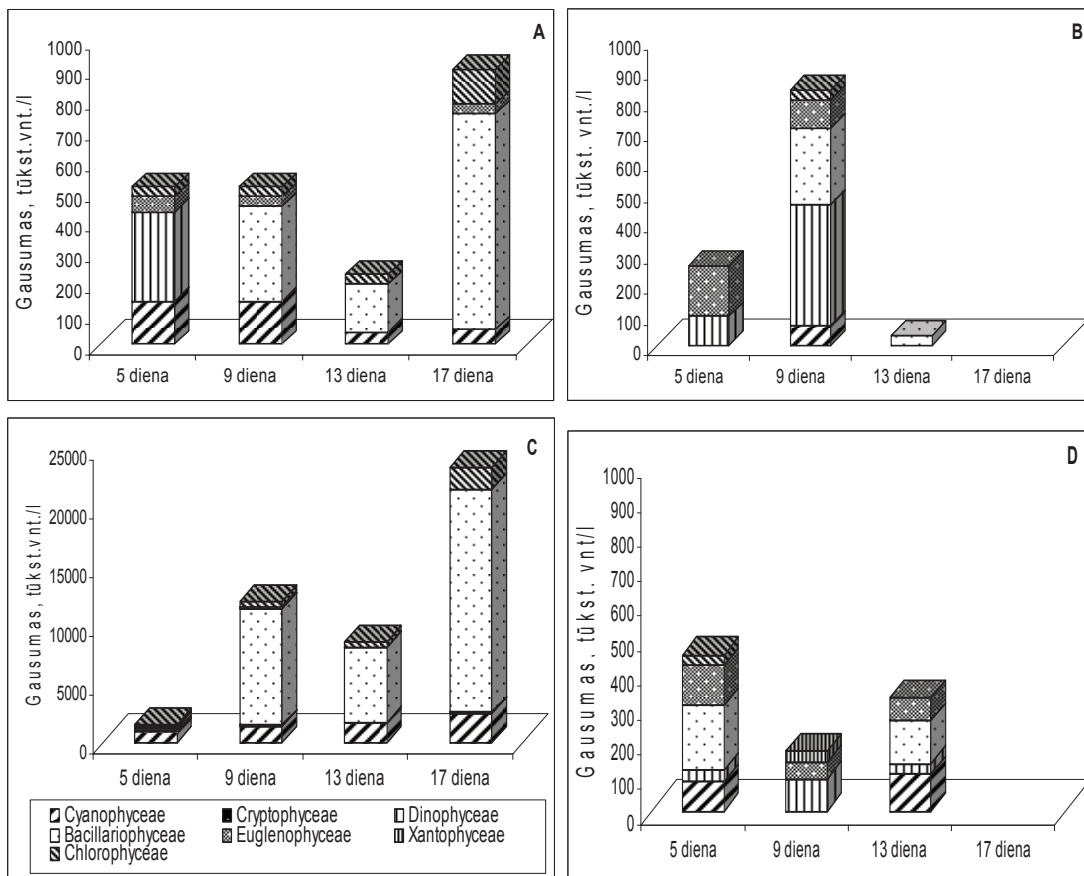


22 pav. *Cyclotella planctonica* (A) ir *Synedra acus* (B) gausumo dinamika.

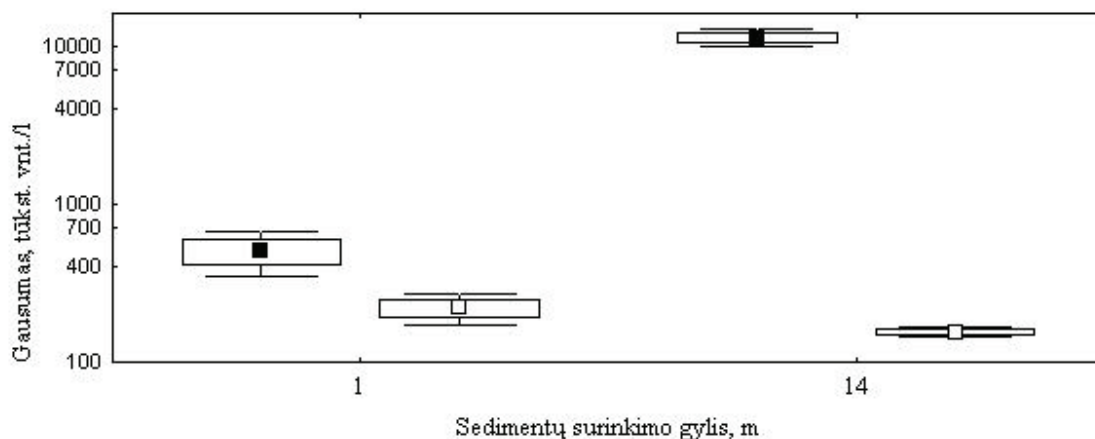
Ekspimento metu iš diapauzės išėjusių dumblių rūšių sudėtis nesutampa su birželio mėnesį fitoplanktone vyraujančiomis rūšimis ir atspindi prieš tai vandens masėje buvusios dumblių bendrijos rūšinę sudėtį, pavyzdžiui, titnagdumbliai *Synedra acus* balandžio ir gegužės mėnesiais dominavo fitoplanktone, tuo tarpu birželio mėnesio fitoplanktono mėginiuose rasti tik pavieniai egzemplioriai.

2006 metais birželio mėnesį atlikto eksperimento metu didžiausia dumblių įvairovė ir gausa taip pat rasta šviesoje laikytuose mėginiuose iš giluminės (14 m) ežero dalies (23 pav.). Paskutinę eksperimento dieną vidutinis dumblių gausumas buvo net 23 mln. vnt./l. Mažiausiai ląstelių rasta tamsoje laikytuose mėginiuose (nuo 0,17 iki 0,45 mln. vnt./l). Mėginiuose iš priekrantės, laikytuose šviesoje, dumblių ląstelių gausumas svyravo nuo 0,22 iki 0,90 mln. vnt./l. Bendra tendencija yra tokia, kad kaip ir bandiniuose iš giluminės ežero dalies, didžiausias dumblių gausumas rastas 17 eksperimento dieną. Tamsoje laikytuose mėginiuose dumblių nebuvo gausu, kiek daugiau jų rasta 5 eksperimento dieną.

Lyginant vidutinį aktyvuotų ląstelių skaičių skirtinguose mėginiuose viso eksperimento (21 diena) metu, daugiausiai ląstelių buvo mėginiuose iš gilumos sedimentų, laikytų šviesoje (24 pav.). Tuo tarpu mėginiuose iš priekrantės ląstelių buvo keliskart mažiau.

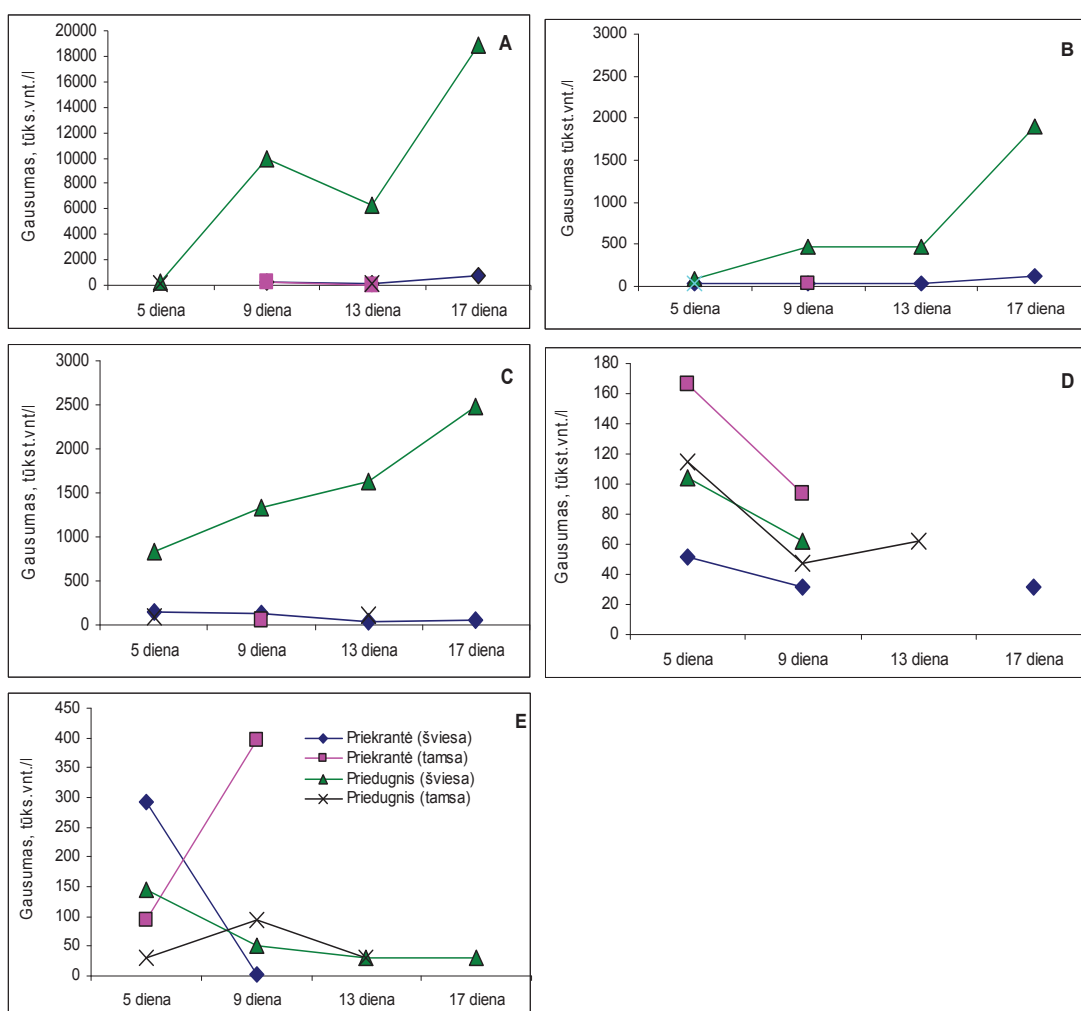


23 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – priekrantės (šviesa), B – iš priekrantės (tamsa), C – iš gilumos (šviesa), D – iš gilumos (tamsa) 2006 m. birželio mėn.



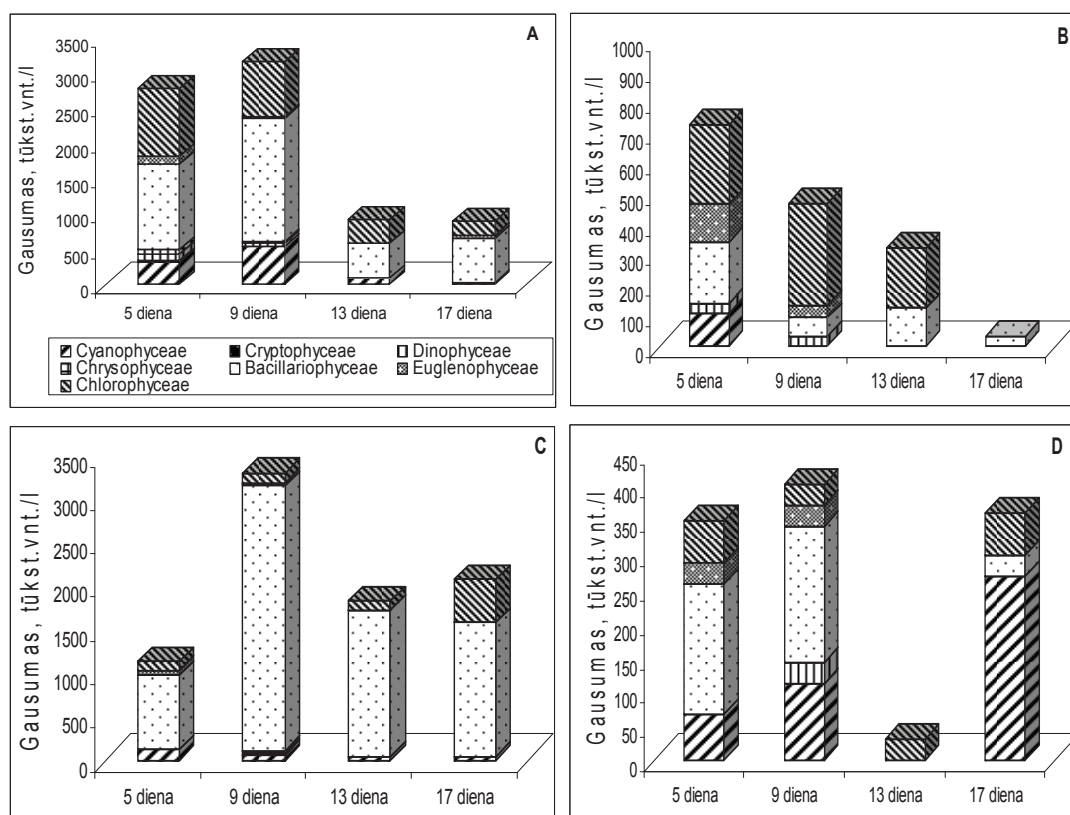
24 pav. Vidutinis ląstelių gausumas dumblių aktyvacijos eksperimentuose su dugno nuosėdomis paimtomis iš priekrantės (1 m) ir giluminės ežero dalies (14 m) ir eksponuotomis šviesoje (užpildyti simboliai) ir tamsoje (tušti simboliai) 20 °C temperatūroje.

Visuose mėginiuose buvo rasta titnagdumblių, žaliadumblių, euglendumblių ir melsvabakterių. Palyginus skirtingų dumblių klasių gausumo duomenis, nustatyta, kad titnagdumblių ir žaliadumblių daugiausiai rasta šviesoje laikytuose mėginiuose paskutinę – 17 eksperimento dieną. Tuo tarpu euglendumblių klasės tendencija visiškai kitokia – jų daugiausiai rasta 5 eksperimento dieną. Melsvabakterių gausumas taip pat palaipsniui didėjo iki paskutinės eksperimento dienos, tačiau tik mėginiuose iš giluminės ežero dalies laikytų šviesoje, o mėginiuose iš priekrantės viso eksperimento metu gausumas išliko gana pastovus (25 pav.).



25 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – Bacillariophyceae, B – Chlorophyceae, C – Cyanophyceae, D – Euglenophyceae ir E – Dinophyceae) 2006 m. birželio mėn.

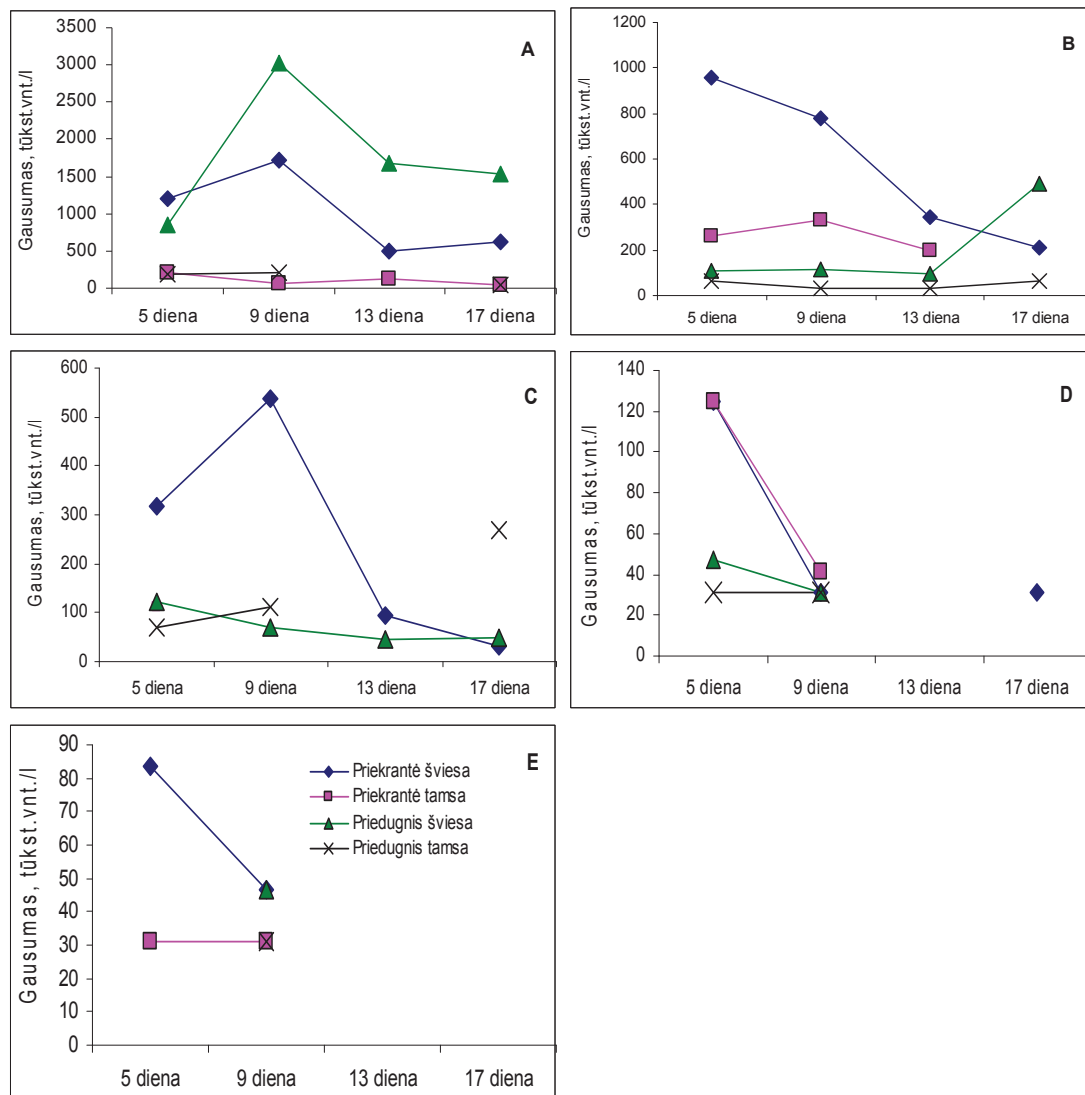
2006 metais liepos mėnesį atlikto eksperimento metu didžiausia dumblių įvairovė ir gausa rasta šviesoje laikytuose mėginiuose iš giluminės (14 m) ežero dalies. 9 eksperimento dieną vidutinis dumblių gausumas buvo 3,2 mln. vnt./l (26 pav.). Mažiausiai ląstelių (31 tūkst. vnt./l) rasta tamsoje laikytuose mėginiuose, paskutinę (17) eksperimento dieną iš priekrantės ir 13 dieną iš gilumos. Mėginiuose iš priekrantės, laikytuose šviesoje, ląstelių taip pat buvo gausu, gausumas svyravo nuo 0,89 iki 3,1 mln. vnt./l.



26 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – priekrantės (šviesa), B – iš priekrantės (tamsa), C – iš gilumos (šviesa), D – iš gilumos (tamsa) 2006 metais liepos mėn.

Visuose mėginiuose buvo rasta titnagdumblių, žaliadumblių, euglendumblių, šarvadumblių ir melsvabakterių, tuo tarpu kriptofitainių buvo rasta tik 5 eksperimento dieną mėginyje iš priekrantės laikytame šviesoje (27 pav.). Palyginus skirtingų klasių gausumo duomenis, daugiausiai buvo rasta

titnagdumblių – iki 3 mln. vnt./l mėginyje iš gilumos laikyto šviesoje. Žaliadumblių buvo rasta žymiai mažiau, didžiausias gausumas buvo 0,9 mln. vnt./l mėginyje iš priekrantės laikyto šviesoje. Melsvabakterių rasta dar mažiau, jų gausumas svyravo nuo 0,03 iki 0,5 mln. vnt./l, kaip ir titnagdumblių bei žaliadumblių, didžiausias gausumas buvo 9 eksperimento dieną. Euglendumbliai ir šarvadumbliai nebuvo gausūs, jų daugiausiai rasta 5 eksperimento dieną, tuo tarpu kai 13 ir 17 dienomis dumblių buvo rasta nedaug.



27 pav. Skirtingų dumblių klasių gausumo dinamika dugno nuosėdų mėginiuose (A – Bacillariophyceae, B – Chlorophyceae, C –Cyanophyceae, D – Euglenophyceae ir E – Dinophyceae) 2006 metais liepos mėn.

Pakartotinių matavimų dispersinė analizė parodė, kad skirtingoms dumblių klasėms šviesa nėra vienodai reikšminga (10 lentelė). Titnagdumbliams, žaliadumbliams ir melsvabakterėms nustatytas patikimas šviesos poveikis, tuo tarpu euglendumbliams ir šarvadumbliams statistiškai patikima šviesos įtaka nenustatyta. Sedimentų surinkimo vieta (iš priekrantės ar iš giluminės dalies) 2006 m. birželį buvo reikšminga žaliadumbliams, titnagdumbliams ir melsvabakterėms. 2006 m. liepą žaliadumbliams, euglendumbliams ir šarvadumbliams.

10 lentelė. Pakartotinių matavimų dispersinės analizės, tikrinančios šviesos, sedimentų paėmimo vietos ir ekspozicijos laiko skirtingų dumblių klasių aktyvacijai rezultatai (reikšmingi efektai paryškinti).

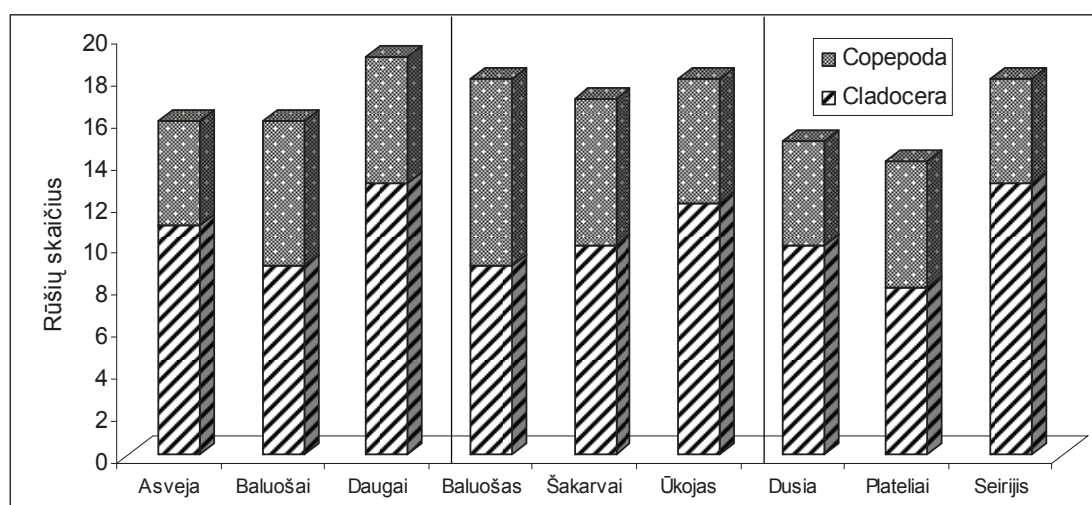
	Šviesa		Vieta		Diena	
	F	p	F	p	F	p
2005 m. gegužė						
Cyanophyceae	2,22	0,17	0,001	0,96	-	-
Bacillariophyceae	2,20	0,18	0,87	0,38	-	-
Chlorophyceae	4,94	0,06	0,0006	0,98	-	-
Euglenophyceae	0,08	0,78	4,42	0,07	-	-
2006 m. birželis						
Cyanophyceae	59,55	<0,01	36,89	<0,01	0,80	0,50
Bacillariophyceae	711,57	<0,01	422,53	<0,01	38,22	<0,01
Chlorophyceae	113,33	<0,01	56,43	<0,01	23,55	<0,01
Euglenophyceae	2,55	0,14	1,85	0,21	16,32	<0,01
2006 m. liepa						
Cyanophyceae	9,21	<0,05	0,30	0,59	2,72	0,06
Bacillariophyceae	56,99	<0,01	1,09	0,32	2,36	0,09
Chlorophyceae	28,72	<0,01	45,71	<0,01	4,40	<0,05
Euglenophyceae	2,08	0,18	17,11	<0,05	16,14	<0,01
Dinophyceae	4,07	0,07	5,93	<0,05	0,77	0,40

Apibendrinant, dumblių ramybės stadijų aktyvacijos eksperimentas parodė, kad giluminė ežero dalis yra potencialus planktono ramybės stadijų bankas, iš kurio esant palankioms aplinkos sąlygoms atsinaujina fitoplanktono bendrija. Tyrimo rezultatai taip pat patvirtina aplinkos faktorių, pirmiausiai šviesos, įtaką dumblių išėjimui iš diapauzės.

4.8. Planktono vėžiagyvių įvairovė ir gausumas

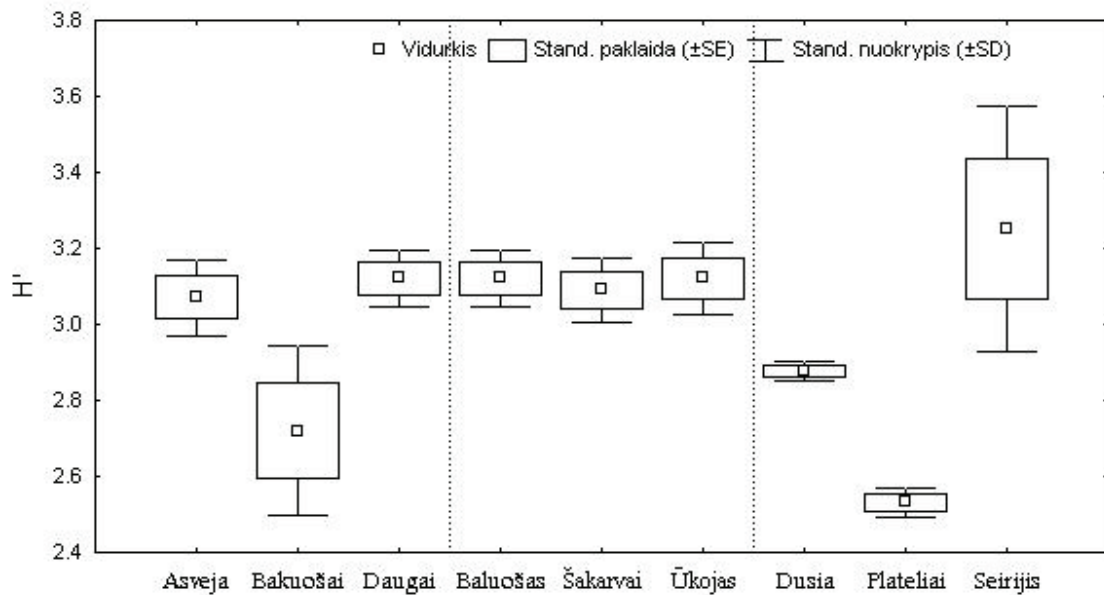
Atliktų tyrimų metu buvo identifikuotos 25 planktono vėžiagyvių rūšys ir aukštesni taksonai. Iš jų 15 šakotaūsių vėžiagyvių (Cladocera), 10 irklakojų vėžiagyvių (Copepoda) (2 priedo lentelė).

Surastų zooplanktono rūšių kiekis tirtuose ežeruose svyravo nuo 14 Platelių iki 19 Daugų ežeruose (28 pav.). Visuose ežeruose buvo rasta daugiau šakotaūsių vėžiagyvių rūšių.



28 pav. Skirtingų vėžiagyvių grupių rūšių skaičius tirtuose ežeruose 2004-2005 m. liepos mėn.

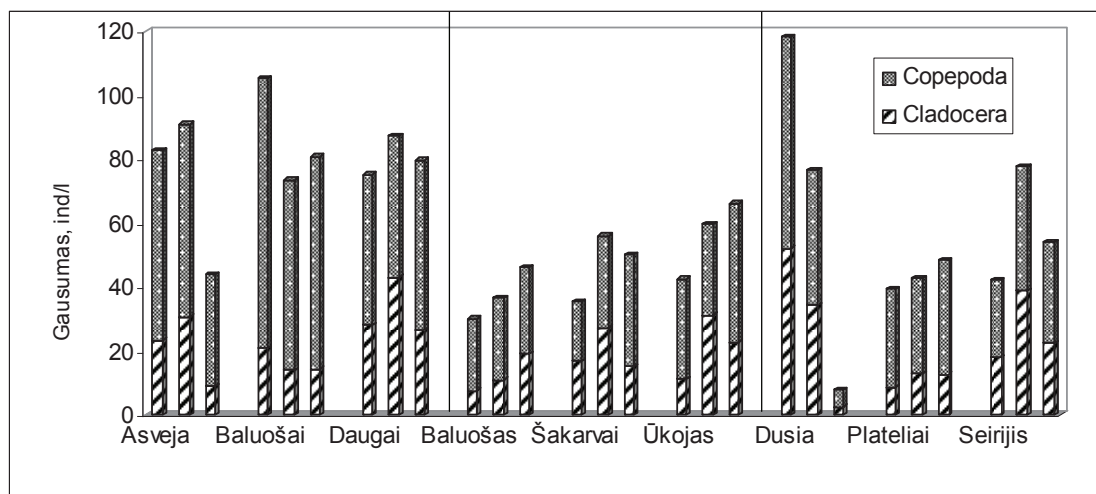
Šenono – Vynerio indeksas (H'), parodantis bendrijos heterogeniškumą, tirtuose ežeruose svyravo tarp 2,5 ir 3,4 bit./ind (29 pav.). Mažiausias jis buvo Platelių ežere. Didžiausia (3,4 bit./ind) – Seirijo ežere 2005 metais. Šenono – Vynerio indeksas skirtinguose ežeruose skyrėsi patikimai (vienfaktorinė dispersinė analizė: $F_{8,18}=6,78$, $p<0,001$). Tarp skirtingų ežerų grupių nustatyti patikimi skirtumai (grupuota dispersinė analizė: $F_{2,18}=5,64$, $p=0,01$).



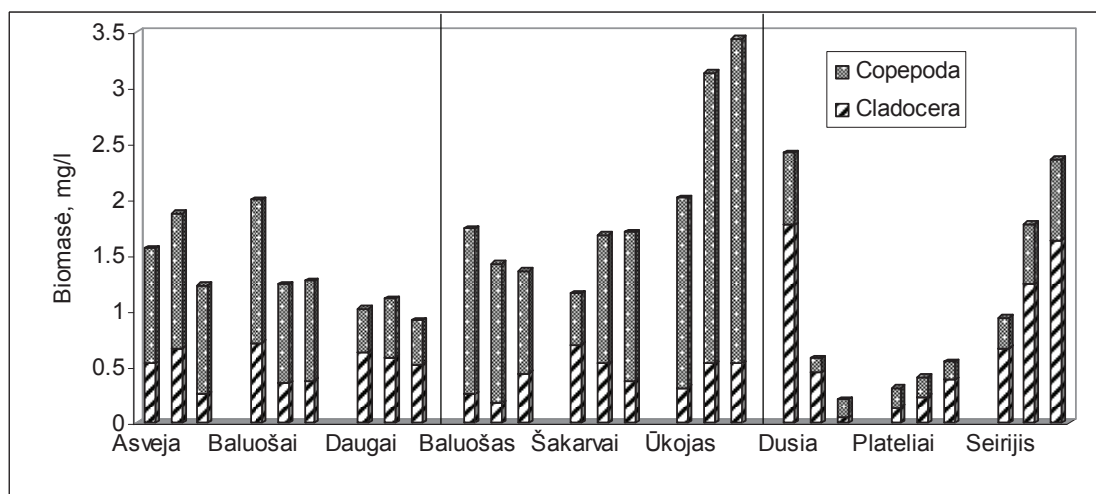
29 pav. Zooplanktono įvairovė tirtuose ežeruose 2004-2005 m. liepos mėn.

2004 m. gausiausiai zooplanktono buvo Dusios ežere. Bendras gausumas buvo 118,46 ind./l (30 pav.), biomasė – 2,42 mg/l (31 pav.). Mažiausias gausumas buvo Baluošo ežere – 28,49 ind./l, o biomasė Platelių ežere – 0,17 mg/l. 2005 m. didžiausias zooplanktono gausumas buvo Asvejos ežere – 92,08 ind./l, o biomasė Ūkojo ežere – 3,13 mg/l. Mažiausias gausumas buvo Baluošo ežere – 37,13, o biomasė Platelių ežere – 0,42 mg/l. 2006 m. didžiausias zooplanktono gausumas buvo Baluošų (80,97 ind./l) ir Daugų ežeruose (80,27 ind./l). Didžiausia biomasė buvo Ūkojo ežere – 3,46 mg/l. Mažiausias gausumas buvo Asvejos ežere – 44,29 ind./l, o biomasė Platelių ežere – 0,60 mg/l.

Planktono vėžiagyvių gausumas skirtinguose ežeruose ir ežerų grupėse patikimai statistiškai skyrėsi (atitinkamai, vienfaktorinė dispersinė analizė: $F_{6,17}=8,72$, $p<0,001$ ir grupuota dispersinė analizė: $F_{2,17}=10,89$, $p<0,001$). Planktono vėžiagyvių biomasė skirtinguose ežeruose ir ežerų grupėse taip pat patikimai statistiškai skyrėsi (atitinkamai, vienfaktorinė dispersinė analizė: $F_{6,17}=5,14$, $p=0,003$ ir grupuota dispersinė analizė: $F_{2,17}=4,43$, $p=0,028$).



30 pav. Irklakojų ir šakotaūsių vėžiagyvių gausumas tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn. (pirmas stulpelis – 2004 m., antras – 2005 m., trečias – 2006 m.).

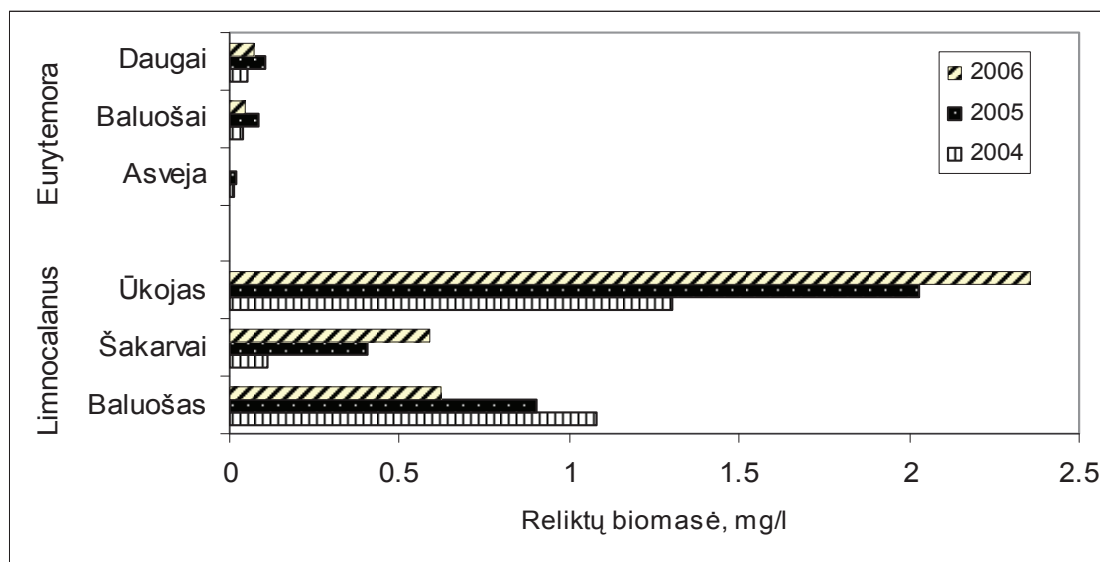


31 pav. Irklakojų ir šakotaūsių vėžiagyvių biomasė tirtuose ežeruose 2004-2005 m. liepos mėn. (pirmas stulpelis – 2004 m., antras – 2005 m., trečias – 2006 m.).

Lyginant irklakojų ir šakotaūsių vėžiagyvių santykį planktone Asvejos, Baluošo, Baluošų, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose vyravo irklakojai, o Dusios ir Seirijo ežeruose – šakotaūšiai. Šakotaūsių tarpe dažniausios ir gausiausios buvo *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daphnia cucullata* ir *Diaphanosoma brachyurum* rūšys (11 lent.). Irklakojų tarpe – *Cyclops strenuus*, *Eudiaptomus gracilis*, *E. graciloides*, *Limnocalanus macrurus*.

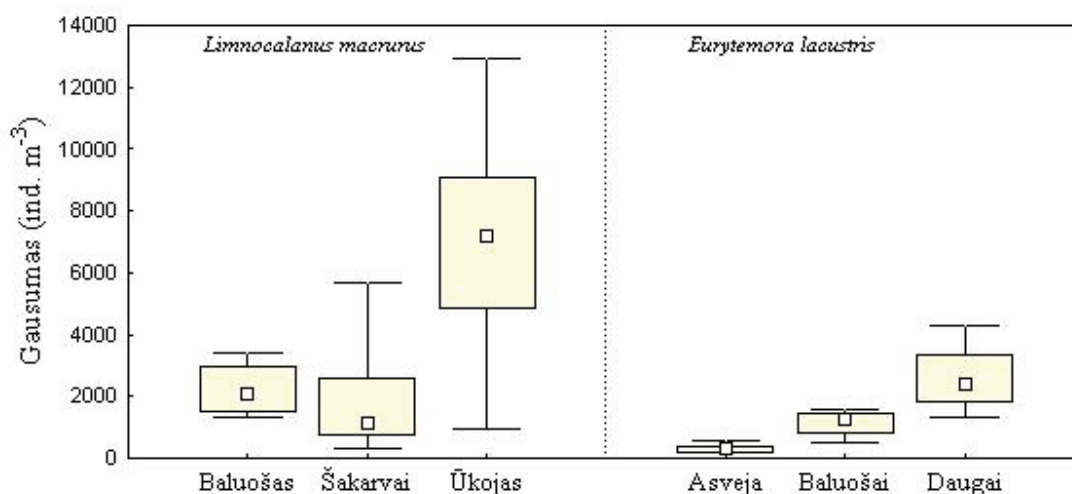
Reliktiniai vėžiagyviai *Eurytemora lacustris* buvo rasti Asvejos, Baluošų ir Daugų ežeruose. Gausiausiai ši rūšis vystėsi Daugų ežere, individų gausumas svyravo nuo 1,70 iki 2,93 ind./l, o biomasė nuo 0,05 iki 0,10 mg/l. Asvejos ežere *E. lacustris* gausumas kito nuo 0,13 iki 0,43 ind./l, o biomasė nuo 0,008 iki 0,02 mg/l. Baluošų ežere gausumas svyravo nuo 0,77 iki 1,03 ind./l, o biomasė nuo 0,03 iki 0,08 mg/l.

Limnocalanus macrurus rasti Baluošo, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose. Visuose ežeruose vystėsi gausiai, ypač Ūkojo ežere, kuriame gausumas svyravo nuo 3,24 iki 7,0 ind./l, o biomasė – nuo 1,30 iki 2,35 mg/l ir tai sudarė 81-96 % nuo bendros metazooplanktono biomasės (32 pav.). Baluošo ežere *L. macrurus* gausumas kito nuo 0,76 iki 1,70 ind./l, o biomasė – nuo 0,62 iki 1,07 mg/l ir tai sudarė 81-87 % nuo bendros metazooplanktono biomasės. Šakarvų ežere gausumas kito nuo 0,43 iki 1,38 ind./l, o biomasė – nuo 0,19 iki 1,03 mg/l ir tai sudarė 42-77 % nuo bendros metazooplanktono biomasės.



32 pav. Reliktinių vėžiagyvių *E. lacustris* ir *L. macrurus* biomasė tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

Palyginus *Limnocalanus macrurus* ir *Eurytemora lacustris* populiacijų gausumo kitimus 4-5 metų bėgyje, nustatyta, kad *L. macrurus* tarpmetinė variacija, kuri buvo įvertinta naudojant vienfaktorinę dispersinę analizę, buvo didesnė nei *E. lacustris* ($F_{13,11}=14,196$, $p<0,001$) (33 pav.). Vienfaktorinė dispersinė analizė taip pat parodė, kad ežero efektas *L. macrurus* gausumui buvo nereikšmingi, o *E. lacustris* – reikšminga (11 lentelė).



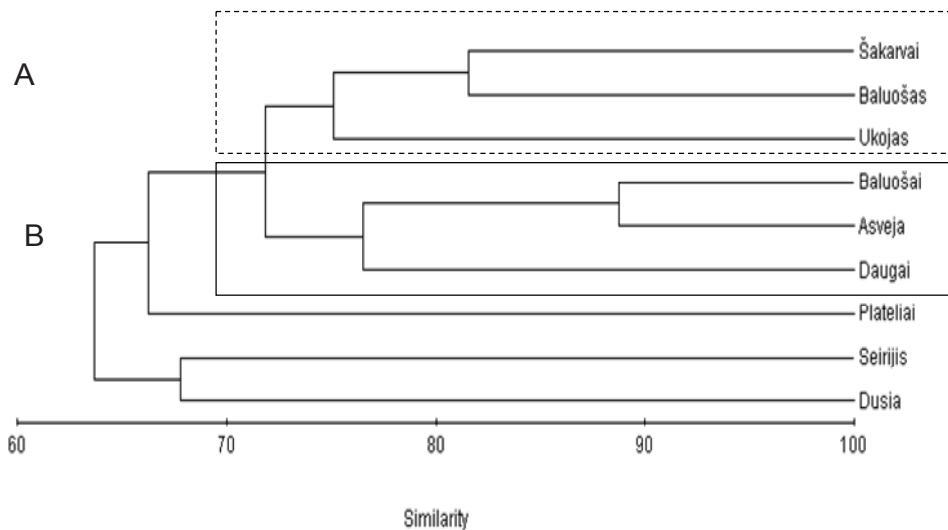
33 pav. Reliktinių vėžiagyvių *L. macrurus* ir *E. lacustris* populiacijų gausumo (mediana, kvartilai, intervalas) tarpmetinė variacija.

12 lentelė. Ežero poveikio reiktinių vėžiagyvių *L. macrurus* ir *E. lacustris* populiacijų gausumui reikšmingumas pagal vienfaktorinę dispersinę analizę. Paklaida rodo tarpmetinę gausumo variaciją.

	MS	df	F	P
<i>Limnocalanus macrurus</i>				
Ežeras	20458470	4	2,55	0,089
Paklaida	8011200	13		
<i>Eurytemora lacustris</i>				
Ežeras	3978403	3	7,05	0,006
Paklaida	564307	11		

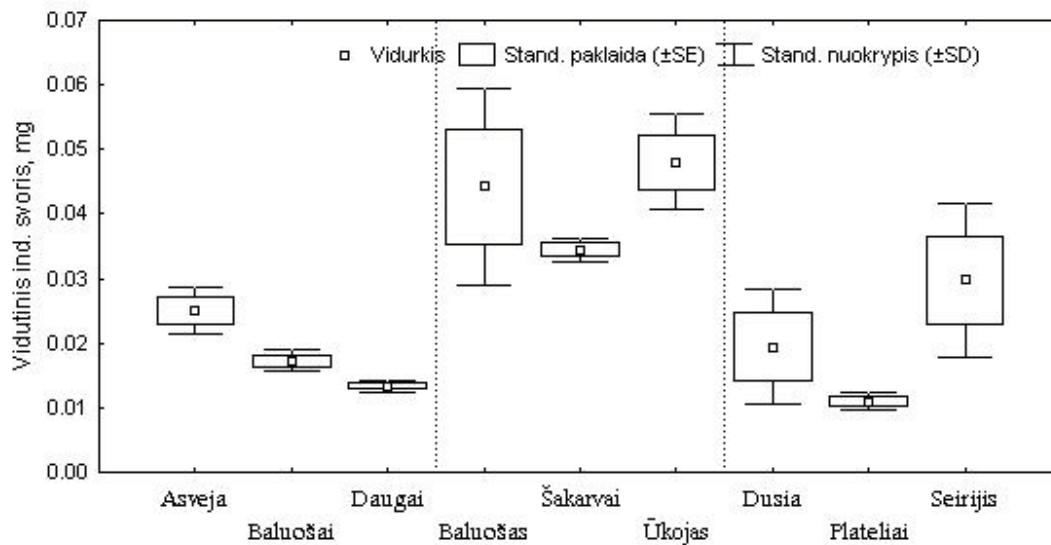
Palyginus tirtus ežerus pagal zooplanktono grupių gausumą (Bray-Curtis panašumas) išsiskyrė kelios grupės (34 pav.): ežerai kuriuose gyvena reiktinis vėžiagyvis *Limnocalanus macrurus* (A) ir ežerai kuriuose gyvena *Eurytemora*

lacustris (B). Platelių, Seirijo ir Dusios ežerai, kuriuose reliktnių vėžiagyvių nerasta, sudarė atskirą klasterį. Tarpusavyje panašiausios buvo Asvejos ir Baluošų zooplanktono bendrijos, bei Šakarvų ir Baluošo.



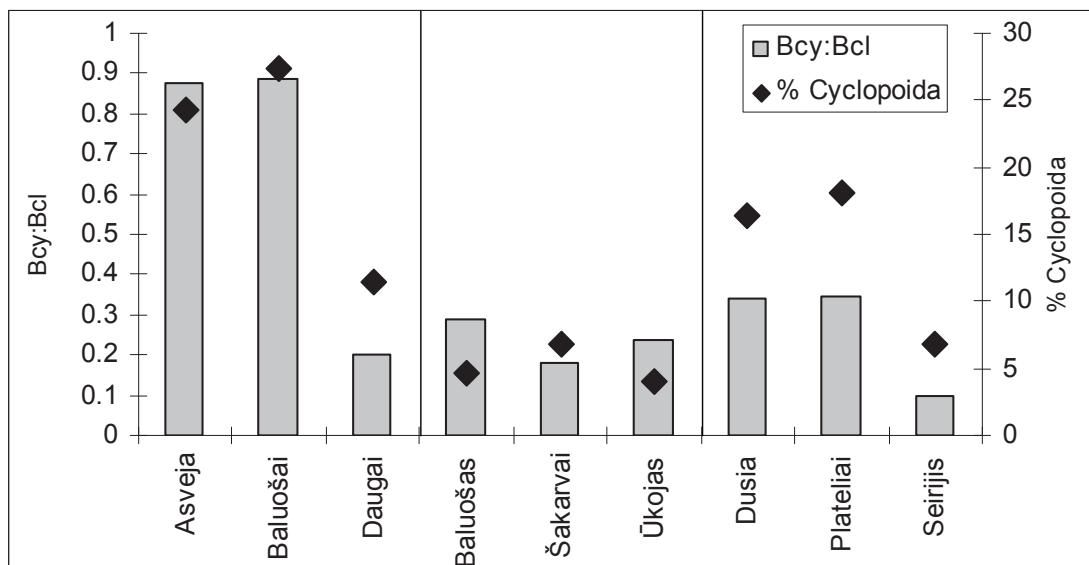
34 pav. Tirtų ežerų zooplanktono bendrijų gausumo palyginimas pagal Bray-Curtis panašumą.

Didžiausias vidutinis individo svoris buvo Ūkojo ir Baluošo ežeruose, kuriuose vyravo stambūs irklakojai vėžiagyviai *Limnocalanus macrurus* (vienfaktorinė dispersinė analizė, $p < 0,05$) (35 pav.). Mažiausi – Platelių ir Daugų ežeruose, kuriuose vyravo *Daphnia*, *Eudiaptomus* ir irklakojų vėžiagyvių nauplijai. Vidutinis individo svoris skyrėsi tarp skirtingų ežerų grupių (grupuota dispersinė analizė (ežeras grupuotas ežerų grupėje) grupės efektas: $F_{2,18}=26,7$, $p < 0,001$).



35 pav. Vidutinis vėžiagyvio svoris tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

Vertinant ežerų trofinę būklę buvo naudojamas ciklopu biomės santykis su šakotaūsių vėžiagyvių biomase. Šios santykio vertės svyravo nuo 0,09 Seirijo ežere iki 0,88 Baluošų ežere (36 pav.). Lyginant ežerų grupes, mažiausios santykio reikšmės nustatytos ežeruose su *L. macrurus* (grupuota dispersinė analizė: $F_{2,18}=12,3$, $p<0,01$). Dar vienas rodiklis yra Cyclopoida grupės santykis nuo bendros vėžiagyvių biomės. Ciklopu klasės atstovai tirtuose ežeruose sudarė nuo 3,9 iki 27,4 %. Tarp ežerų grupių taip pat nustatyti patiki skirtumai (grupuota dispersinė analizė: $F_{2,18}=44,5$, $p<0,01$).



36 pav. Santykis tarp Cyclopoida ir Cladocera vėžiagyvių biomasės ($B_{Cy}:B_{Cl}$) ir Cyclopoida proporcija nuo bendros vėžiagyvių biomasės (% Cyclopoida) tirtuose ežeruose 2004-2006 liepos mėn.

11 lentelė. Vyraujančios vėžiagyvių rūšys (pagal gausumą ir biomasę) ežerų planktone 2004-2006 m liepos mėn.

Ežeras	Data	Pagal gausumą vyraujančios metazooplanktono rūšys	Pagal biomasę vyraujančios metazooplanktono rūšys
1	2	3	4
Asveja	2004	<i>Cyclops strenuus</i> (26,1 %), Nauplijai (18,7 %), <i>Eudiaptomus graciloides</i> (16,7 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (33,1 %), <i>Eudiaptomus graciloides</i> (14,8 %)
	2005	<i>Cyclops</i> sp. (19,3 %), Nauplijai (16,6 %)	<i>Cyclops</i> sp. (31,1 %), <i>Eudiaptomus gracilis</i> (19,2 %)
	2006	<i>Cyclops strenuus</i> (32,7 %), <i>Eudiaptomus gracilis</i> (16,7 %), Nauplijai (27,6 %), Cyclopoid copepodai (21,6 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (53,1 %), <i>Eudiaptomus gracilis</i> (16,8 %)
Baluošas	2004	Nauplijai (31,2 %), Cyclopoid copepodai (15,3 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (61,7 %)
	2005	Nauplijai (31,2 %), Cyclopoid copepodai (15,3 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (72,8 %)
	2006	Nauplijai (25,0 %), Cyclopoid copepodai (17,3 %), <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (16,8 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (50,6 %), <i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (10,5 %)
Baluošai	2004	Nauplijai (36,6 %), <i>Cyclops strenuus</i> (17,1 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (34,2 %), <i>Eudiaptomus gracilis</i> (20,1 %), <i>Daphnia cucullata</i> (18,9 %)
	2005	Nauplijai (42,5 %), <i>Cyclops strenuus</i> (17,2 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (45,6 %), <i>Daphnia cucullata</i> (12,0 %), <i>Eurytemora lacustris</i> (10,2 %)
	2006	Nauplijai (46,9 %), <i>Cyclops strenuus</i> (18,8 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (44,1 %), <i>Daphnia cucullata</i> (14,0 %)
Daugai	2004	Cyclopoid copepodai (30,7 %)	<i>Daphnia cristata</i> (20,4 %), <i>Daphnia cucullata</i> (16,1 %)
	2005	<i>Bosmina longirostris</i> (27,8 %), Nauplijai (20,1 %)	<i>Eurytemora lacustris</i> (17,6 %), <i>Daphnia cucullata</i> (13,7 %),
	2006	Nauplijai (31,5 %), Cyclopoid copepodai (16,9 %)	<i>Daphnia cucullata</i> (25,4 %), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (17,2 %), <i>Eurytemora lacustris</i> (14,0 %)
Dusia	2004	<i>Daphnia cucullata</i> (25,9 %), Cyclopoid copepodai (22,9 %)	<i>Daphnia cucullata</i> (55,1 %)
	2005	<i>Bosmina longirostris</i> (24,8 %), Nauplijai (24,7 %), Cyclopoid copepodai (14,6 %)	<i>Bosmina longirostris</i> (16,2 %), <i>Daphnia cucullata</i> (14,8 %), <i>Bosmina coregoni</i> (12,2 %)
	2006	Cyclopoid copepodai (23,1 %), <i>Bosmina longirostris</i> (19,7 %), <i>Cyclops</i> sp. (16,6 %), Nauplijai (15,6 %)	<i>Heterocope appendiculata</i> (56,1 %)

11 lentelės tęsinys

1	2	3	4
Plateliai	2004	Nauplijai (34,1 %), <i>Cyclops</i> sp. (25,2 %)	<i>Cyclops strenuus</i> (19,6 %), <i>Daphnia cucullata</i> (18,4 %)
	2005	Cyclopoid copepodai (30,9 %), Nauplijai (22,1 %), <i>Bosmina longirostris</i> (21,5 %), <i>Cyclops strenuus</i> (14,1 %)	<i>Bosmina longirostris</i> (30,9 %), <i>Cyclops strenuus</i> (17,6 %), <i>Daphnia cucullata</i> (15,4 %)
	2006	Nauplijai (39,4 %), Cyclopoid copepodai (24,6 %),	<i>Daphnia cucullata</i> (35,5 %), <i>Daphnia cristata</i> (13,4 %)
Seirijis	2004	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (28,7 %), <i>Daphnia cristata</i> (22,1 %)	<i>Daphnia cristata</i> (32,0 %), <i>Eudiaptomus graciloides</i> (24,3 %), <i>Daphnia cucullata</i> (15,8 %)
	2005	Nauplijai (17,7 %), <i>Eudiaptomus graciloides</i> (16,5 %)	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (21,3 %), <i>Daphnia galeata</i> (15,7 %), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (14,4 %), <i>Daphnia cucullata</i> (11,7 %)
	2006	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (38,4 %), Nauplijai (16,5 %),	<i>Daphnia galeata</i> (36,2 %), <i>Eudiaptomus graciloides</i> (24,8 %)
Šakarvai	2004	<i>Daphnia cucullata</i> (20,4 %), Cyclopoid copepodai (18,0 %), Nauplijai (17,9 %)	<i>Daphnia cucullata</i> (46,1 %), <i>Limnocalanus macrurus</i> (16,43 %)
	2005	Nauplijai (25,5 %), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (17,8 %), <i>Bosmina longirostris</i> (17,2 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (41,7 %)
	2006	Nauplijai (35,5 %), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (10,6 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (55,3 %)
Ūkojas	2004	Cyclopoid copepodai (23,7 %), <i>Limnocalanus macrurus</i> (19,2 %), <i>Daphnia cucullata</i> (16,6 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (90,7 %), <i>Daphnia cucullata</i> (13,5 %)
	2005	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (19,4 %), Nauplijai (15,5 %), Cyclopoid copepod (15,1 %), <i>Daphnia cucullata</i> (14,8 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (74,4 %)
	2006	Nauplijai (19,0 %), Cyclopoid copepodai (18,4 %), <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (17,1 %)	<i>Limnocalanus macrurus</i> (68,0 %)

5. APIBENDRINIMAS

Suminės azoto ir fosforo koncentracijos atspindi ežerų vandens kokybę. Nuo biogeninių medžiagų koncentracijos priklauso ežerų trofiškumas (Wetzel, 2001). Tyrimų metu visuose ežeruose suminio fosforo koncentracija paviršiniame vandens sluoksnyje neviršijo 0,02 mg/l. Tokios, vieno iš pagrindinių biogeninių elementų, vertės, būdingos mezotrofiniams ežerams (Wetzel, 2001; Kilkus, 2005). Tuo tarpu suminio azoto koncentracija paviršiniame vandens sluoksnyje 2005 – 2006 m. svyravo nuo 0,57 iki 1,34 mg/l. J. Kavaliauskienė (1996), ežerus, kuriuose suminė azoto koncentracija neviršija 0,70 mg/l, priskiria mezotrofiniams su oligotrofiškumo bruožais, o tuos, kuriuose suminė azoto koncentracija 0,70 – 1,50 mg/l – mezotrofiniams su eutrofiškumo bruožais. Taigi, remiantis mūsų tyrimų metu gautais rodikliais galima teigti kad Platelių ežeras priskirtinas mezotrofiniams su oligotrofiškumo bruožais, o visi likę ežerai – mezotrofiniams su eutrofiškumo bruožais.

Lyginant mūsų duomenis su ankstesniais metais atliktais tyrimais bendros azoto ir fosforo koncentracijos tirtuose ežeruose pakito nežymiai. Vidutinė suminio azoto koncentracija ežeruose 1970-1991 m. svyravo nuo 0,40 iki 1,88 mg/l, suminio fosforo nuo 0,02 iki 0,15 mg/l (Kavaliauskienė, 1996). Bendro azoto kiekis Baluošo, Dusios, Platelių ir Šakarvų ežeruose sumažėjo, Daugų ežere išliko panašus, o Seirijo ežere padvigubėjo.

Tyrimu laikotarpiu, 2004 – 2006 metais, ištyrus planktoninių dumblių struktūrą dešimtyje Lietuvos mezotrofinių vandens telkinių, buvo rastos 258 dumblių rūšys ir vidurūšiniai taksonai. Visi identifikuoti dumbliai priskiriami 4 skyriams: Chromophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Cyanophyta ir 8 klasėms. Didžiausia rūšių įvairovė išsiskyrė Chlorophyceae ir Bacillariophyceae klasės. Šių klasių dumbliai taip pat vyrauja kitų šalių mezotrofinių vandenų telkinių fitoplanktone (Трифоновна, 1990; Padisác, 1992; Trifonova, 1998).

Atskirų ežerų planktone dumblių rūšių gausumas buvo labai skirtingas. Daugiausiai rūšių rasta Nevardo ežere – 186, mažiausiai (65) – Dusios. Skirtingą dumblių rūšių skaičių lėmė ir skirtingas ežerų ištirtumas. J. Kavaliauskienės (1996) duomenimis dumblių rūšių skaičius Lietuvos mezotrofiniuose ežeruose svyruoja nuo 41 iki 221.

Tyrimų metu ežeruose apibūdintos 32 naujos Lietuvos gėlų vandens telkinių rūšys. Daugiausiai naujų dumblių rūšių (21) rasta Nevardo ežere. Jame taip pat rasto visos naujos euglendumblių rūšys. Euglendumbliai būdingi nedideliems vandens telkiniams turtingiems organines medžiagas (Wetzel, 1983).

Ežerus kiekvieną sezoną charakterizuoja skirtingos fitoplanktono rūšys, kurios ir atspindi ežerų būklę (Reynolds, 1998; Wojciechowska et al., 2002). Svarbiausias šiuo atžvilgiu vasaros stagnacijos laikotarpis, kadangi dumblių bendrijos yra visiškai susiformavusios (Eloranta, 1993; Kavaliauskienė, 1996; Padisák et al., 2006; Szelağ-Wasielewska, 2007). Asvejos, Baluošų, Platelių, Ūkojo ežeruose vyravo įvairūs žaliadumbliai: *Oocystis rhomboidea*, *Phacotus lenticularis*, o pagal biomasę ir *Sphaerocystis* sp.. *Oocystis* ir *Sphaerocystis* genčių dumblių vystymasis vasariniame fitoplanktone būdingas daugumai švarių vidutinės juostos ežerų (Трифонова, 1990). *Phacotus lenticularis* – plataus paplitimo rūšis, randama nuo oligotrofinių iki eutrofinių vandenų (Schlegel et al., 1998). Gana gausiai daugumoje ežerų vystęsi titnagdumbliai yra būdingi mezotrofiniams ežerams. Baluošo ežere *Cyclotella comensis* 2006 m. sudarė net 77,4 % nuo bendro fitoplanktono gausumo. Šakarvų ežere gausiai vystęsi *Fragilaria crotonensis*, o Asvejos, Daugų, Dusios, Seirijo ežeruose ir *Asterionella formosa*. Intensyvesnis titnagdumblių *Asterionella* ir *Fragilaria* vystymasis būdingas ežerams su eutrofikacijos bruožais (Reynolds, 1998; Kavaliauskienė, 1996; Трифонова, 1990). Baluošo ežere 2004 m. *Planktothrix agardhii* sudarė iki 45 % nuo bendro fitoplanktono gausumo ir biomasės. Ši rūšis yra organinių medžiagų ežere indikatorius. Jos atsiradimas planktone dažniausiai rodo antropogeninės kilmės eutrofikaciją (Kavaliauskienė, 1999; Kangro, Noges, 2003;

Noges, Ott, 2003; Kango et al., 2005). Šios rūšies vystymasis Baluošo ežere stebėtas ir ankstesniais metais (Kavaliauskienė, 1996). Tačiau 2005-2006 m. intensyvus jos vystymasis nebuvo stebėtas.

Apskaičiuotas bendrijų bioįvairovės Šenono – Vynerio indeksas parodė tirtų ežerų algocenozių heterogeniškumą. Bendrijos įvairovė tuo didesnė, kuo daugiau rūšių yra toje bendrijoje ir kuo vienodžiau pagal gausumą tos rūšys yra pasiskirsčiusios. Šenono – Vynerio indeksas tirtuose ežeruose svyravo tarp 1,1 ir 4,4 bit./ind. Mažiausias jis buvo Baluošo ežere 2006 metų liepos mėnesį, kai fitoplanktone dominavo titnagdumbliai *Cyclotella comensis* (77 % nuo bendro fitoplanktono gausumo ir 32,5 % nuo bendros fitoplanktono biomasės). Didžiausia Šenono – Vynerio indekso reikšmė, parodanti didelę bendrijų įvairovę, buvo nustatyta kai fitoplanktone vyravo 3 rūšys, sudarydamos 9,9-24,6 % bendro gausumo. Didžiausi indekso svyravimai trijų metų bėgyje nustatyti Baluošo ir Nevardo ežeruose.

Tirtuose ežeruose fitoplanktonas gausumas svyravo plačiose ribose. Didžiausias gausumo kitimas tyrimų laikotarpiu nustatytas Asvejos, Baluošo ir Ūkojo ežeruose, likusiuose ežeruose fitoplanktono gausumas kito nedaug. Mažiausia fitoplanktono biomasė tyrimų laikotarpiu buvo Šakarvų ežere. Tuo tarpu Asvejos, Dusios ir Ūkojo ežeruose trijų metų laikotarpyje svyravo gana plačiose ribose ir viršijo 1 mg/l, tačiau tokios biomasės vertės yra būdingos mezotrofiniams vandens telkiniams (Kavaliauskienė, 1996).

Trofinės ežerų būklės įvertimui greta biomasės dažnai naudojami chlorofilo *a* koncentracijos fitoplanktone duomenys, kadangi jie taip pat pakankamai tiksliai atspindi vandens baseinų apkrovą biogeniniais elementais ir yra pirminės produkcijos rodiklis (Трифоновa, 1990; Kavaliauskienė, 1996; Щербак и др., 2006; Aponasenko et al., 2007; French, Petticrew, 2007). Daugėjant vandenyje biogeninių elementų (eutrofikacija), sparčiai vystosi fitoplanktonas ir tuo pačiu daugėja chlorofilo *a* (Бульон, 1983). Tirtuose ežeruose nustatyta koreliacija tarp chlorofilo *a* ir žemės ūkio naudmenų ežero dalies baseine.

2004 – 2006 metais didžiausios chlorofilo *a* koncentracija buvo Dusios ežere, mažiausios – skaidriuose Baluošo, Šakarvų ir Platelių ežeruose. Tuo tarpu 2006 metais chlorofilo *a* kiekis pavasario fitoplanktone svyravo nuo 2,14 µg/l Baluošų ežere iki 6,73 µg/l Ūkojo ežere. Vasarą didžiausia chlorofilo *a* koncentracija (5,5 µg/l) buvo Baluošų, mažiausia – 1,5 µg/l Asvejės ežere. Rudenį chlorofilo *a* kiekis svyravo nuo 1,29 µg/l Baluošų ežere iki 4,20 µg/l Ūkojo ežere.

Ankstesnių tyrimų duomenimis chlorofilo *a* kiekio vidurkis Daugų ežere buvo 3,52 µg/l; Šakarvų ežere – 1,90 µg/l; Platelių ežere – 3,52-1,20 µg/l; Baluošo ežere buvo 2,48 µg/l; Seirijo ežere – 1,61 µg/l (Kavaliauskienė, 1996). Palyginus mūsų chlorofilo *a* koncentracijos duomenis su 1987-1991 metais J. Kavaliauskienės atliktų tyrimų duomenimis Baluošo, Daugų, Platelių, Seirijo, Šakarvų ežeruose reikšmingų skirtumų nebuvo rasta (12 lentelė).

12 lentelė. Chlorofilo *a* koncentracijos tarpmetinis palyginimas naudojant grupuotą (nested) ANOVA.

Efektas	MS	df	F	P
Ežero	5,01	4	4,5	0,015
Periodo	1,39	5	1,3	0,33
Paklaida	1,11	14		

Tirtuose ežeruose TSI (SD) reikšmės svyravo nuo 31 iki 50, o TSI (Chl) nuo 34,7 iki 50,5 ir atitiko mezotrofiniams vandens telkiniams būdingas reikšmes (13 lentelė) (Carlson, 1977). Lyginant mūsų duomenis su 1987-1991 m. J. Kavaliauskienės (1996) atliktais skaičiavimais, Šakarvų ir Platelių ežeruose TSI reikšmės išliko panašios, tuo tarpu Daugų ežere 1987 m. TSI buvo šiek tiek didesnis. Seirijo ežere TSI (SD) buvo gerokai didesnis, o TSI (Chl) – mažesnis.

13 lentelė. Tirtų ežerų trofinės būklės klasifikacija pagal pagrindinius fitoplanktono ir zooplanktono rodiklius. Parametrai: bendras azotas (N_b); bendras fosforas (P_b); chlorofilas *a* (Chl *a*); trofiškumo indeksas pagal skaidrumą (TSI_{SD}); trofiškumo indeksas pagal chlorofilą *a* (TSI_{Chl}); santykis tarp Cyclopoida ir Cladocera vėžiagyvių biomasės (Cy:Cl); Cyclopoida proporcija nuo bendros vėžiagyvių biomasės (% Cy). Kiekvienam rodikliui skliausteliuose nurodoma trofinė būklė: M-mezotrofinis, ME-mezoeutrofinis, E-eutrofinis.

	N_b	P_b	Chl <i>a</i> , μg/l	TSI (SD)	TSI (Chl)	Cy:Cl	% Cycl	Bendras įvertinimas
Asveja	1,23 (M)	0,01 (M)	3,42 (M)	45,23 (M)	41,06 (M)	0,87 (E)	24,22 (ME)	M/ME
Baluošai	0,72 (M)	0,01 (M)	3,28 (M)	40,63 (M)	40,70 (M)	0,88 (E)	27,44 (ME)	M/ME
Daugai	0,85 (M)	0,01 (M)	2,70 (M)	44,66 (M)	40,06 (M)	0,20 (ME)	11,45 (M)	M
Baluošas	0,62 (M)	0,01 (M)	3,69 (M)	43,16 (M)	43,03 (M)	0,28 (ME)	4,71 (M)	M
Šakarvai	0,57 (M)	0,01 (M)	5,38 (M)	36,60 (M)	46,63 (M)	0,17 (M)	6,86 (M)	M
Ūkojas	1,31 (M)	0,01 (M)	2,19 (M)	32,40 (M)	38,10 (M)	0,23 (ME)	3,97 (M)	M
Dusia	0,78 (M)	0,01 (M)	2,57 (M)	36,43 (M)	39,80 (M)	0,34 (ME)	16,34 (ME)	M/ME
Plateliai	0,63 (M)	0,01 (M)	1,61 (M)	37,56 (M)	35,20 (M)	0,34 (ME)	18,01 (ME)	M
Seirijis	0,72 (M)	0,01 (M)	4,08 (M)	42,80 (M)	44,33 (M)	0,09 (M)	6,78 (M)	M
Nevardas	1,24 (M)	0,02 (M)	8,4 (M)	46,17 (M)	48,72 (M)	–	–	M

Tokių būdu, apibendrinant tyrimų rezultatus visus tirtus ežerus pagal pagrindinių biogeninių elementų, chlorofilo *a*, fitoplanktono biomasės reikšmes ir trofiškumo indeksus galima priskirti mezotrofiniam vandens telkinių tipui.

Sezoninė fitoplanktono bendrijų kaita. Pavasarį mažiausias fitoplanktono gausumas buvo Baluošo ežere, didžiausias – Daugų ežere. Mažiausia fitoplanktono biomasė buvo Baluošų ežere, o didžiausia, kaip ir gausumas – Daugų ežere. Ežeruose vyravo auksadumbliai (*Dinobryon divergens*, *D. sociale*) ir titnagdumbliai (*Cyclotella* sp.), išskyrus Daugų ežerą, kuriame dominavo melsvabakterės *Limnothrix redekei*. Titnagdumbliai pasižymi fotoadaptacinėmis savybėmis, todėl gali vystytis žemo ir kintančio šviesos intensyvumo sąlygomis, kurios susidaro ežeruose pavasarį ir rudenį. Be to, jie yra tolerantiški žemoms vandens temperatūroms (Round et al., 1990; Willén E. 1991).

Auksadumbliai pakeičia titnagdumblius tada, kai sumažėja silicio ir kalcio koncentracijos vandenyje (Kavaliauskienė, 1996; De Hoyos et al., 1998).

Vasarą didžiausi fitoplanktono gausumai, viršijantys 1 mln. vnt./l buvo Ūkojo, Baluošo ir Daugų ežeruose. Didžiausia biomasė buvo Ūkojo ežere. Baluošo, Daugų, ežeruose vyravo titnagdumbliai, Dusios ežere melsvabakterės, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose – žaliadumbliai. Rudenį mažiausias fitoplanktono gausumas buvo Šakarvų ežere, o biomasė Asvejos ežere. Didžiausias gausumas ir biomasė buvo Dusios ežere. Dusios ežere dominavo melsvabakterės, Daugų ežere žaliadumbliai.

Kavaliauskienės (1996) duomenimis ankstesniais tyrimų metais (1987) Daugų ežere vyravo titnagdumbliai, Seirijo ežere šarvadumbliai, titnagdumbliai ir melsvabakterės; Šakarvų ežere 1979 m. vasarą vyravo melsvabakterės, o pavasarį – titnagdumbliai. Po dešimtmečio vyravo titnagdumbliai, šarvadumbliai, melsvabakterės.

Duomenų apie fitoplanktoną, kitų šalių ežeruose, kuriuose taip pat vystosi reliktniai ledynmečio vėžiagyviai, nėra daug. Oligomezotrofiniame Stechlin ežere (Vokietija), kuriame randama *E. lacustris* pagrindinę fitoplanktono biomasę sudarė titnagdumbliai (48-61 % bendros biomasės) (Mehner et al., 2008). Melsvabakterių, auksadumblių ir kriptofitinių dumblių buvo mažiau, o žaliadumbliai, euglendumbliai ir šarvadumbliai prie bendros fitoplanktono biomasės prisidėjo nežymiai.

Mūsų tyrimų metu nustatyta tendencija, kad ežeruose, kuriuose gyvena reliktnis vėžiagyvis *L. macrurus* pavasarį fitoplanktone vyrauja auksadumbliai ir titnagdumbliai, o vasarą dominuoja žaliadumbliai. Rudenį vyraujančias titnagdumblių rūšis papildė melsvabakterės arba kriptofitiniai dumbliai. Ežeruose, kuriuose gyvena *E. lacustris* titnagdumblių biomasė fitoplanktone išlieka aukšta viso vegetacinio sezono metu. Kita svarbi fitoplanktono grupė – žaliadumbliai, kurie papildė titnagdumblius pavasarį arba rudenį.

Detalesni sezoninės kaitos tyrimai buvo vykdyti Nevardų ežere. 2005 m. fitoplanktonui Nevardų ežere buvo būdingas vienas gausumo maksimumas pavasarį, o biomasės – vasaros pabaigoje. Tuo tarpu 2006 m. gausiausiai fitoplanktonas vystėsi rugpjūčio-rugsėjo mėnesiais, o biomasės pikas, kaip ir ankstesniais metais buvo rugpjūčio mėnesį, kurį lėmė negausūs, tačiau turintys didelį individualų svorį šarvadumbliai. Pavasarį ir vasaros pradžioje fitoplanktone vyravo titnagdumbliai (iki 60 %), vėliau juos pakeitė žaliadumbliai (iki 42 %), galiausiai rudenį fitoplanktone vyravo melsvabakterės. Vegetacinio sezono pabaigoje padidėjusi mitybinių medžiagų koncentracija vandenyje tai pat turi įtakos melsvabakterių vystymuisi.

2006 metų sezoninės dinamikos raida Nevardų ežere panaši į nustatytą 1984 m. Janinos Kavaliauskienės (1996). Tuomet melsvabakterės (nėra duomenų apie dominavusias rūšis) sudarė nuo 66 iki 98 % bendro fitoplanktono gausumo, kuris svyravo nuo 0,9 iki 6,5 mln. vnt/l. Nepaisant melsvabakterių dominavimo, ežeras buvo priskirtas prie mezotrofinių vandens telkinių tipo.

Trifonova (1998) pažymi, kad mezotrofinių ežerų fitoplanktono sezoninei sėkėjimui būdingas titnagdumblių ir auksadumblių vyravimas, o kylant ežero trofiniam lygiui, įsivyrąja melsvabakterės, euglendumbliai arba žaliadumbliai.

Fitoplanktono sezoninę kaitą lemia daugelis abiotinių ir biotinių veiksnių. Vienas iš abiotinių veiksnių, reguliuojantis planktono dumblių vystymąsi yra temperatūra. Skirtingų klasių dumbliai vystosi esant skirtingai vandens temperatūrai, tačiau mūsų tyrimų rezultatai neparodė statistiškai patikimos koreliacijos tarp skirtingų dumblių klasių (melsvabakterių, auksadumblių, titnagdumblių ir žaliadumblių) ir temperatūros pokyčių (atitinkamai: $r_s = -0,05$, $-0,29$, $-0,16$, $-0,15$, $p > 0,05$).

Vienas iš svarbiausių biotinių fitoplanktono vystymąsi reguliuojančių veiksnių yra zooplanktonas. Fitofagai selektyviai pasirenka mažas žiuželinių žaliadumblių, auksadumblių ir kriptofitinių dumblių rūšis (Gervais, 1998). Šių rūšių gausumas fitoplanktone labai priklauso nuo zooplanktono rūšinės sudėties ir

gausumo (Riemann et al., 1993; Bronmark, Hansson, 1998; Graham, Wilcox, 1999; Olden, 2000). Tirtuose ežeruose tinkami konsumentams planktono dumbliai (<50 μm) sudarė 26-99 % visos fitoplanktono biomasės (3 priedo lentelė). Daugiausiai (0,56±0,42 mg/l) tokio fitoplanktono buvo Ūkojo ežere, mažiausiai – 0,14±0,07 mg/l ir 0,15±0,07 mg/l Šakarvų bei Seirijo ežeruose. Palyginimui mezoeutrofiniame Gulbino ežere tinkamas zooplanktono mitybai fitoplanktonas sudarė 67 % visos fitoplanktono biomasės (Krevš et al., 2004). Palyginus tinkamų konsumentams planktono dumblių biomasę tarp skirtingų ežerų grupių patikimų skirtumų nebuvo nustatyta (grupuota dispersinė analizė: $F_{2,18}=0,04$, $p=0,95$). Tuo tarpu plėšrių vėžiagyvių biomasė ežeruose svyravo nuo 0,07±0,09 Baluošų ežere iki 0,53±0,27 mg/l Daugų ežere, o filtratorių biomasė nuo 0,15±0,08 Ūkojo ežere iki 2,52±0,84 mg/l Seirijo ežere. Filtratorių ir plėšrių vėžiagyvių biomasė tirtų ežerų grupėse patikimai skyrėsi (atitinkamai, grupuota dispersinė analizė: $F_{2,18}=9,03$, $p=0,001$; $F_{2,18}=7,06$, $p=0,005$). Koreliacijų tarp vėžiagyvių mitybai tinkamų dumblių biomasės ir filtratorių biomasės nebuvo rasta ($r_s=0,16$, $p>0,05$). Tokių rezultatų priežastimi galėjo būti skirtinga mėginių surinkimo metodika, nes fitoplanktonas tirtas eufotinėje ežero dalyje, o vėžiagyviai – visoje vandens stovymėje.

Fitoplanktono vystymąsi be zooplanktono taip pat gali įtakoti virusų ir grybų sukeltos ligos, kurios lemia staigią visos populiacijos žūtį (Graham, Wilcox, 1999). Virusai ypač įtakoja stambių, zooplanktono nevalgomų rūšių žūtį (Tijdens, et al., 2008).

Aplinkos faktorių reikšmė dumblių išėjimui iš diapauzės. 2005-2006 metais atliktų dumblių aktyvacijos iš diapauzės eksperimentų metu mėginiuose buvo rasta titnagdumblių, žaliadumblių, euglendumblių, auksadumblių, kriptofitinių, šarvadumblių ir melsvabakterių. Gausiausi buvo *Bacillariophyceae* klasės atstovai. Dauguma titnagdumblių neturi specializuotų ramybės stadijų, nepalankiomis aplinkos sąlygomis fiziologiškai neaktyviomis būna paprastos vegetatyvinės ląstelės (Willén, 1991, Kostkevičienė, 2009). Didžiausia dumblių

įvairovė ir gausa rasta šviesoje laikytuose bandiniuose. Pakartotinių matavimų dispersinė analizė parodė, kad skirtingų dumblių klasėms šviesa nėra vienodai reikšminga. Titnagdumbliams, žaliadumbliams ir melsvabakterėms šviesa lėmė aktyvesnį ritimąsi, tuo tarpu euglendumbliams ir šarvadumbliams šviesa nebuvo patikimai reikšminga. Sedimentų surinkimo vieta (iš priekrantės ar iš giluminės dalies) 2006 m. birželį buvo reikšminga žaliadumbliams, titnagdumbliams ir melsvabakterėms. 2006 m. liepą žaliadumbliams, euglendumbliams ir šarvadumbliams. Tai, kad euglendumblių gausiai rasta ir šviesoje, ir tamsoje laikytuose bandiniuose galima paaiškinti jų gebėjimu įsisavinti organines medžiagas (Trifonova, 1990).

Patikimai daugiau ląstelių iš ramybės stadijų išėjo mėginiuose iš giluminės ežero dalies laikytuose šviesoje, tuo tarpu skirtumas tarp šviesoje ir tamsoje laikytų priekrantės mėginių buvo nedidelis. Mūsų tyrimai patvirtina kad giluminė ežero dalis gali būti laikoma potencialiu planktono dumblių ramybės stadijų banku, iš kurio esant palankioms aplinkos sąlygoms atsinaujina fitoplanktono bendrija. Užsienio mokslininkų atlikti tyrimai lauko sąlygomis rodo, kad pirmiausiai ląstelės į vandens masę grįžta iš priekrantės, dėl palankesnės temperatūros, šviesos režimo, intensyvesnės vandens sąmaišos (Karlsson-Elfgren et al., 2004, Rengefors et al., 2004). Iš giluminės ežero dalies, esant natūralioms aplinkos sąlygoms, galimybė ląstelėms sugrįžti į vandens storumę atsiranda pavasarinės ir rudeninės vandens sąmaišos metu.

2005 m. iš diapauzės išėjusių dumblių rūšių sudėtis nesutampa su birželio mėnesį fitoplanktone vyraujančiomis rūšimis ir atspindi prieš tai vandens masėje buvusios dumblių bendrijos rūšinę sudėtį, pavyzdžiui, titnagdumbliai *Synedra acus* balandžio ir gegužės mėnesiais dominavo fitoplanktone, tuo tarpu birželio mėnesio fitoplanktono mėginiuose rasti tik pavieniai egzemplioriai.

Zooplanktono bendrijos. Atliktų tyrimų metu buvo apibūdintos 25 metazooplanktono rūšys. Iš jų 15 šakotaūsių vėžiagyvių (Cladocera) ir 10 irklakojų vėžiagyvių (Copepoda). Daugiausia metazooplanktono rūšių (13

šakotaūsių vėžiagyvių ir 6 irklakojų vėžiagyvių rūšių) buvo aptikta Daugų ežere. Mažiausia rūšių įvairovė buvo nustatyta Platelių ežere (8 šakotaūsių vėžiagyvių ir 6 irklakojų vėžiagyvių rūšių). Palyginimui, mezotrofiniame Piaseczno ežere (Lenkija) iš viso rastos 24 vėžiagyvių rūšys, tarp kurių pelagialėje rastos 6 šakotaūsių ir 4 irklakojų vėžiagyvių rūšys (Adamczuk, 2004). Wigry ežere (Lenkija) rasta 20 vėžiagyvių rūšių: 13 šakotaūsių ir 7 irklakojų (Czeczuga, Kozłowska, 2002). Baltarusijoje, Volos ežere, kuriame taip pat gyvena reliktiniai vėžiagyviai *L. macrurus*, pelagialėje rasta 17 šakotaūsių ir 11 irklakojų rūšių (Galkovskaya et al., 2006).

Didžiausi zooplanktono biomasės svyravimai tyrimų laikotarpiu buvo Dusios, Seirijo ir Ūkojo ežeruose, tuo tarpu kituose ežeruose zooplanktono biomasė kito nedaug. Tirtuose ežeruose zooplanktono biomasė kito nuo 0,42 iki 3,13 mg/l ir tokios reikšmės yra būdingos mezotrofiniams vandens telkiniams (Maniukas, Virbickas, 1975).

Avejos, Baluošo, Baluošų, Daugų ežeruose vyravo irklakojai vėžiagyviai ir jų kopepoditinės stadijos. Dusios, Šakarvų ežeruose vyravo šakotaūsių vėžiagyviai. 2003 m. atliktų tyrimų metu irklakojai vėžiagyviai vyravo Asvejos (56 %) ir Baluošo (69 %) ežeruose. Šakarvų ir Daugų ežeruose vyravo šakotaūsių vėžiagyviai, atitinkamai 76 % ir 69 % bendros biomasės. Tuo tarpu šie du vėžiagyvių būriai pasiskirstė apylygiai Ūkojo (51 % irklakojų, 49 % šakotaūsių) ir Baluošų (54 % šakotaūsių, 46 % irklakojų) ežeruose (Blyžaitė, 2007).

Stechlin ežere (Vokietija) vyravo *Eudiaptomus gracilis* ir *Eurytemora lacustris*, o irklakojai vėžiagyviai sudarė 41-68 % bendros zooplanktono biomasės (Mehner et al., 2008). Dafnijos ir kiti smulkūs šakotaūsių (pagrindė *Bosmina longirostris*) sudarė 5-12 %.

Dažniausiai šakotaūsių vėžiagyvių santykis palyginus su irklakojų, išauga eutrofiniuose ežeruose kai žuvų nėra daug (Hessen et al., 1986; Mayer et al., 1997). Tirtuose ežeruose vystėsi rūšys, kurios sutinkamos eutrofiniuose vandenyse (*Daphnia cucullata*, *Bosmina coregoni*), o taip pat ir oligo-mezotrofiniams

vandenims būdingos (*Daphnia cristata*, *Bythotrephes longimanus*) (Zingel, Haberman, 2008). *Chydorus sphaericus* ir *Bosmina longirostris* laikomos eutrofikacijos indikatoriais (Vijverberg, Boersma, 1997; Jeppesen et al., 2000). Panašūs vyraujančių vėžiagyvių kompleksai (*Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata* ir *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leuckarti*) dominavo mezotrofiniame Piaseczno ežere (Adamczuk, 2004). Nustatyta, kad didėjant ežero trofiškumui, mažesni vėžiagyviai (*Bosmina* spp., *Chydorus sphaericus*) tampa gausesni, nei stambios dafnijos (Vijverberg, Boersma, 1997). Tačiau mūsų apskaičiuotas vidutinis individų svoris mažiausias buvo Platelių ir Daugų ežeruose, o didžiausios Ūkojo ir Baluošų ežeruose, kuriuose dominavo stambūs reliktiniai vėžiagyviai *Limnocalanus macrurus*.

Vertinant ežerų trofinę būklę pagal zooplanktono rodiklius buvo naudojamas ciklopo biomasės santykis su šakotaūsių vėžiagyvių biomase ir Cyclopoida grupės santykis nuo bendros vėžiagyvių biomasės (Piasecki, Wolska, 2007). Pagal šiuos rodiklius Daugų, Seirijo ir Šakarvų ežerai gali būti priskirti mezotrofiniam vandens telkinių tipui, o likę ežerai mezotrofiniams su eutrofiškumo bruožais. Lyginant ežerų grupes, patikimai mažesnės rodiklių reikšmės nustatytos ežeruose su *L. macrurus*.

Per Lietuvą eina pietinė reliktinių vėžiagyvių paplitimo riba. Vykstant ežerų eutrofikacijai ir susidarant deguonies trūkumui priedugnyje, dalyje ežerų šie reliktai nyksta. Reliktiniai vėžiagyviai svarbūs ne tik Šiaurės Europos ir Baltijos jūros baseino faunos formavimosi ir prisitaikymo prie kintančių aplinkos sąlygų dėsningumų pažinimui, bet ir ūkiniu, kaip vienas pagrindinių sykinių žuvų maisto komponentų, bei gamtosauginiu, kaip jautrios antropogeniniam poveikiui rūšys, požiūriu (Grigelis, Arbačiauskas, 1996). Ledynmečio reliktiniai irklakojai vėžiagyviai *L. macrurus* rasti Baluošo, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose, o *Eurytemora lacustris* – Asvejos, Baluošų ir Daugų ežeruose. *L. macrurus* visuose ežeruose vystėsi gana gausiai: Ūkojo ežere sudarė 81-96 % bendros metazooplanktono

biomasės, Baluošo ežere – 81-87 %, o Šakarvų ežere – 42-77 %. *E. lacustris* Daugų ežere sudarė 17-22 % bendros metazooplanktono biomasės, Asvejos ežere – 1-3 %, o Baluošų ežere 4-14 %. 2003 m. L. Blyžaitės (2007) atliktais tyrimais *L. macrurus* Baluošo ežere sudarė 45 % nuo bendros biomasės, Ūkojo – 26 %, Šakarvų – 22 %. *E. lacustris* turėjo žymiai mažesnę įtaką vėžiagyvių biomasei, ji Daugų ežere tesudarė 3 % biomasės, o Baluošų ir Asvejos ežeruose po 2 %.

Lyginant ežerų, kuriuose rasti planktono reliktiniai vėžiagyviai, morfometrinius parametrus, nustatyta kad šie rodikliai reliktinių vėžiagyvių gausumui įtakos neturėjo, tačiau ežerai kuriuose gyvena *Eurytemora lacustris* yra gilesni nei tie, kuriuose gyvena *Limnocalanus macrurus* (Kruskal-Wallis testas: $p=0,06$) (Arbačiauskas, Kalytė, 2010).

Tyrimų metu nustatyta, kad *L. macrurus* buveinėse populiacijų gausumo tarpmetinė variacija buvo didesnė nei tai nustatyta *E. lacustris*. Kritinis deguonies kiekis *L. macrurus* yra apie 3 mg/l, tuo tarpu *E. lacustris* – 1 mg/l (Суценья et al., 1986; Plambeck, Kasprzak et al., 2005). Tyrimų metu Baluošo, Šakavos ir Ūkojo ežeruose nustatytos ribinės deguonies koncentracijos *L. macrurus* rūšiai. Šios rūšys taip pat skiriasi ir dauginimosi būdu. *L. macrurus* patelės išskiria kiaušinius į vandenį ir jie vystosi vandens telkinio dugne, tuo tarpu *E. lacustris* patelės nešioja kiaušinius kiaušinių maišelyje. Stebėtas skirtumas, beveik neabejojant, rodo didesnę *L. macrurus* jautrumą ežero hipolimniono deguoninėms sąlygoms, ypač jų pablogėjimui, nes ši rūšis mažiau atspari deguonies koncentracijų sumažėjimui nei *E. lacustris*, todėl galima daryti išvadą, kad pirmosios rūšies atžvilgiu gyvenamų buveinių kokybės tarpmetinis kintamumas yra didesnis. Dėl šios priežasties galima prognozuoti, kad nors lyginant su *E. lacustris* rūšis *L. macrurus* yra plačiau paplitusi Lietuvos ežeruose, jos lokalių populiacijų išnykimo tikimybė yra didesnė.

Mūsų tyrimai parodė, kad daugumoje Lietuvos ežerų, kuriuose gyvena reliktiniai vėžiagyviai aplinkos parametrai dabartinės globalios kaitos sąlygomis visumoje pasikeitė nežymiai. Iki šiol šių vėžiagyvių populiacijos yra gana gausios

minėtuose ežeruose. Tačiau pokyčiai ežeruose, visų pirma, pasikeitęs deguonies režimas hipolimnionė, gali sukelti šių organizmų populiacijų sumažėjimą ar net išnykimą.

IŠVADOS

1. Visi tirti ežerai pagal chlorofilo *a*, fitoplanktono ir zooplanktono biomases, vyraujančių rūšių kompleksus ir trofiškumo indeksus atitinka mezotrofiniam vandens telkinių tipui.
2. Tyrimų laikotarpiu dešimtyje mezotrofinių Lietuvos ežerų aptiktos 258 dumblių ir melsvabakterių rūšys ir 25 planktono vėžiagyvių rūšys. Fitoplanktone rastos rūšys priklauso 4 skyriams ir 8 klasėms. Didžiausia rūšių įvairovė išsiskyrė Chlorophyceae (95) ir Bacillariophyceae (72) klasės.
3. Aptiktos 32 naujos Lietuvos ežerams dumblių rūšys, priklausančios 5 klasėms. Chrysophyceae klasei priklauso 12, Euglenophyceae – 9, Bacillariophyceae – 5, Chlorophyceae – 4, Cyanophyceae – 2 rūšys.
4. Mezotrofinių ežerų fitoplanktono sezoninę kaitą lėmė vyraujančių dumblių klasių Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, bei jų gausiausių rūšių kaitos ypatumai. Pavasarį fitoplanktone vyrauja Bacillariophyceae ir Chrysophyceae klasės atstovais. Vasarą vyrauja Chlorophyceae, o rudenį vėl Bacillariophyceae arba Cyanophyceae klasės rūšys.
5. Cyanophyceae, Bacillariophyceae ir Chlorophyceae klasių rūšių ląstelių aktyvacijai iš ramybės stadijų vienas iš pagrindinių faktorių yra šviesa, tuo tarpu Dinophyceae ir Euglenophyceae klasių ramybės stadijų aktyvacijai statistiškai patikimos šviesos įtakos nenustatyta. Aktyvacija iš ežero giluminės dalies nuosėdų buvo intensyvesnė. Iš diapauzės aktyvuotų dumblių rūšių kompleksas skiriasi nuo fitoplanktone tuo metu vyraujančių rūšių ir atspindi prieš tai vandens masėje buvusios dumblių bendrijos rūšinę sudėtį.
6. Reikšmingai didesnis iš giluminės ežero dalies sedimentų aktyvuotų dumblių kiekis rodo kad dumblių ramybės stadijų koncentracija šiose dugno nuosėdose yra didesnė nei priekrantėje.

7. Santykinai gausios ledynmečio reliktnių irklakojų vėžiagyvių *Limnocalanus macrurus* populiacijos iki šiol gyvena Baluošo, Šakarvų ir Ūkojo ežeruose, o *Eurytemora lacustris* – Asvejos, Baluošų ir Daugų ežeruose.
8. *Limnocalanus macrurus* populiacijų tarpmetinis kintamumas yra didesnis. Dėl šios priežasties galima prognozuoti, kad nors lyginant su *E. lacustris* rūšis *L. macrurus* yra plačiau paplitusi Lietuvos ežeruose, jos lokalių populiacijų išnykimo tikimybė yra didesnė.
9. Palyginus skirtingų mezotrofinių ežerų grupių planktono bendrijas reikšmingi skirtumai nustatyti planktono vėžiagyviams, tuo tarpu fitoplanktono skirtumų nerasta, išskyrus sezonines kaitos ypatumus.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Adamczuk M. 2004. Groups of planctonic crustacea (Cladocera, Copepoda) in lakes of different trophy. *Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przyr.* I: 21-26.
2. Agasild H., Nøges T. 2005. Cladoceran and rotifer grazing on bacteria and phytoplankton in two shallow eutrophic lakes: in situ measurement with fluorescent microspheres. *Journal of plankton research* 27 (11): 1155-1174.
3. Aplinkos apsaugos ministerija, 1994. Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenu kokybės tyrimo metodai. *Cheminiai analizės metodai*, 1. Vilnius.
4. Aponasenko A. D., Shchur L. A., Lopatin V. N. 2007. Relationship of the chlorophyll content with the biomass and disperse structure of phytoplankton. *Doklady biological sciences* Vol. 412: 61-63.
5. Arbačiauskas K., Kalytytė D., 2010. Occurrence and interannual abundance variation of glacial relict calanoids *Limnocalanus macrurus* and *Eurytemora lacustris* in Lithuanian lakes. *Acta Zoologica Lituanica* 20 (1): 61-67.
6. Arhonditsis G. B., Winder M., Brett M. T., Schindler D. E. 2004. Patterns and mechanisms of phytoplankton variability in Lake Washington (USA). *Water research* 38: 4013-4027.
7. Balcer M. D., Korda N. L., Dodson S. I. 1984. *Zooplankton of the Great Lakes (A guide to the identification and ecology of the common crustacean species)*. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.
8. Balevičienė J., Balevičius A., Bukelskis E., Ciūnys A., Vaitkus G., Valiuškevičius G., Kalytytė D., Šalčiūnienė K., 2009. Restauruotinių Lietuvos ežerų nustatymas ir preliminarus restauravimo priemonių parinkimas šiems ežerams, siekiant pagerinti jų būklę. II-oji tarpinė ataskaita. Aplinkos apsaugos agentūra. Vilnius.
9. Baker P. D., Bellifemine D. 2000. Environmental influence on akinete germination of *Anabaena circinalis* and implications for management of cyanobacterial blooms. *Hydrobiologia* 427: 65-73.

10. Blenckner T. 2005. A conceptual model of climate-related effects on lake ecosystems. *Hydrobiologia* 533: 1-14.
11. Blenckner T., Adrian R, Livingstone D. M., Jennings E., Weyhenmeyer G. A., George D. G., Jankowski T., Järvinen, Oanghusa C. N., Nöges T., Straile D., Teubner K. 2007. Large-scale climatic signatures in lakes across Europe: a meta-analysis. *Global change biology* 13: 1314-1326.
12. Blyžaitė L. 2007. Lietuvos ežerų, kuriuose buvo rasti ledynmečio reliktiniai vėžiagyviai, zooplanktonas. VU, biologijos bakalauro darbas, vadovas K. Arbačiauskas. Vilnius.
13. Bronmark Ch., Hansson L. A. 2005. *The biology of lakes and ponds*. Oxford, N.Y. Tokyo.
14. Bukelskis E., Balevičius A. 2007. Biologinė kaita sausumos vandenyse. Kn. *Globali aplinkos kaita*. Vilnius, 188-206.
15. Carlson R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. Vol. 22. P. 361-369.
16. Carvalho L., 1994. Top-down control of phytoplankton in a shallow hypertrophic lake: Little Mere (England). *Hydrobiologia* 275/276: 53-63.
17. Czeżuga B., Kozłowska M. 2002. Fertility of *Eudiaptomus*, *Bosmina* and *Daphnia* (Crustacea) representatives in lakes of varied trophic states in the Suwałki district. *Polish journal of environmental studies* Vol. 11, No. 1: 23-31.
18. Dasi M. J., Miracle M. R., Camacho A., Soria J. M., Vicente E. 1998. Summer phytoplankton assemblages across trophic gradients in hard-water reservoirs. *Hydrobiologia* 369/370. P. 27-43
19. De Hoyos C., Aldaroso J. J., Toro M., Comin F. A. 1998. Specific composition and ecology of chrysophyteflagellates in Lake Sanabria (NW Spain). *Hydrobiologia* 369/370: 287-370.
20. De Senerpont Domis L. N., Mooij W. M., Huisman J. 2007. Climate-induced shifts in an experimental phytoplankton community: a mechanistic approach. *Hydrobiologia* 584: 403-413.

21. Doculil M. T., Teubner K. 2005. Do phytoplankton communities correctly track trophic changes? An assessment using directly measured and paleolimnological data. *Freshwater biology* 50: 1594-1604.
22. Eloranta P. 1993. Diversity and succession of the phytoplankton in a small lake over a two-year period. *Hydrobiologia* 249: 25-32.
23. EU Water Framework Directive. 2000. *Directive of the European Parliament and of the Council, 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy*. European Commission, Luxemburg. PE-CONS 36/39/1/100 Rev. 1.
24. French T. D., Petticrew E. L. 2007. Chlorophyll *a* seasonality in four shallow eutrophic lakes (northern British Columbia, Canada) and the critical roles of internal phosphorus loading and temperature. *Hydrobiologia* 575: 285-299.
25. Galkovskaya G. A., Molotkov D. V., Mityanina I. F. 2006. Species diversity and spatial structure of pelagic zooplankton in a lake of glacial origin during summer stratification. *Hydrobiologia* 568 (S): 31-40.
26. Gannon J. E., Stemberger R. S. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Microsc. Soc.* 97(1): 16-35.
27. Garunkštis A., Stanaitis A. 1969. Ežerai gimsta, bręsta ir miręta. Vilnius, Mintis. P. 159
28. Gasiūnaitė Z. R., Arbačiauskas K. 2009. Zooplanktono tyrimų pagrindai. Klaipėda. 103 p.
29. Gervais F. 1998. Ecology of cryptophytes coexisting near a freshwater chemocline. *Freshwater biology* 39. P. 61-78.
30. Ghadouani A., Pinel-Alloul B., Prepas E. E., 2003. Effect of experimentally induced cyanobacterial blooms on crustaceans zooplankton communities. *Freshwater biology* 48: 363-381.
31. Giniūnas K. (vyr. red.) 1981. Lietuvos TSR Nacionalis parkas. Vilnius. P. 176.
32. Graham L. E., Wilcox L. W. 1999. *Algae*.

33. Grigelis A., Arbačiauskas K., 1996. Ledynmečio reliktiniai vėžiagyviai Baltijos aukštumų ežeruose. *Žuvininkystė Lietuvoje* 2: 21-34.
34. Grigelis A., Arbačiauskas K., 1997. Ledynmečio reliktinių vėžiagyvių būklė Lietuvoje ir antropogeninė tarša. *Ekologija*. Nr. 2: 25-27.
35. Haberman J., Laugaste R., 2003. On characteristics reflecting the trophic state of large and shallow Estonian lakes (L. Peipsi, L. Võrtsjärv). *Hydrobiologia* 506-509: 737-744.
36. Haphey-Wood C. M. 1988. Ecology of freshwater planktonic green algae. In: (Ed. Sandgren C.D.) *Growth and reproductive stages of freshwater phytoplankton*. P. 175-226.
37. Head R. M., Jones R. I., Bailey-Watts A. E. 1999. An assessment of the influence of recruitment from the sediment on the development of planktonic populations of cyanobacteria in a temperate mesotrophic lake. *Freshwater biology* 41: 759-769.
38. HELCOM, 2008. Manual for marine monitoring in the COMBINE programme of HELCOM. http://www.helcom.fi/groups/monas/CombineManual/AnnexesC/en_GB/annexes/.
39. Herdman M. 1987. Akinete: structure and function. In: (Eds. Fay P., Van Baalen C.) *The Cyanobacteria*. P. 227-247.
40. Hessen D. O., Nilssen J. P., Eriksen T. O., 1986. Food size spectra and species replacement within herbivorous zooplankton. *Int. Revues ges. Hydrobiol.* 71: 1-10.
41. Horne A. J., Goldman C. R. 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. P. 577.
42. Huszar de M. V. L., Caraco F. N. 1998. The relationship between phytoplankton composition and physical – chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological – functional descriptors in six temperate lakes. *Freshwater biology* 40. P. 679-696.

43. Jankavičiūtė G. 1962. Keturių didesnių Žemaitijos ežerų palyginamieji augalijos ir fitoplanktono bruožai. Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai, serija C, 1 (27): 3-16.
44. Jankavičiūtė G. 1996. Lietuvos vandenų vyraujantys dumbliai. Vilnius. P. 263.
45. Jeffrey S. W., Humphrey G. F. 1975. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c₁ and c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanz. Bd 167 (2), 191-194.
46. Jeppesen E., Jensen J. P., Søndergaard M., Lauridsen T., Landkildehus F., 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. Freshwater biology 45: 201-218.
47. John D. M., 1994. Alteration of generations in algae: its complexity, maintenance and evaluation. Biology review 69: 275-291.
48. Jundził S. B. 1791. Opisanie roślin w prowincji W. X. L. Naturalnie rosnących według układu Linneusza. Wilno.
49. Jundził S. B. 1811. Opisanie roślin Litewskich według układu Linneusza. Wilno.
50. Kango K., Nõges, P. 2003. Seasonal development of *Planktothrix agardhii* Anagnostidis et Komarek and *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert in a sharply stratified hypertrophic lake. Algological Studies 109 (Cyanobacterial Research 4). P. 267-280.
51. Kangro K., Laugaste R., Nõges P., Ott I. 2005. Long term changes and seasonal development of phytoplankton in a strong stratified, hypertrophic lake. Hydrobiologia 547. P. 91-103.
52. Karlsson-Elfgren I., Rengefors K., Gustafsson S. 2004. Factors regulating recruitment from the sediment to the water column in the bloom-forming cyanobacterium *Gleotrichia chinulata*. Freshwater biology. 49: 265-273.
53. Karlsson-Elfgren, Rengefors K., Gustafsson S. 2004. Factors regulating recruitment from the sediment to the water column in the bloom-forming cyanobacterium *Gleotrichia echinulata*. Freshwater biology 49. P. 265-273.

54. Kasperovičienė J., 2001. The summer phytoplankton structure of some lakes located in Lithuanian protected areas. *Biologija*. No. 2. P. 80-83.
55. Kasperovičienė J., 2007a. Assessment of ecological status of Dovinė river catchment area lakes according to phytoplankton data. *Ekologija*. No. 53. No. 2. P. 13-21.
56. Kasperovičienė J., 2007b. Etaloninių sąlygų ir vandens kokybės slenkstinių verčių skirtingos būklės klasėms nustatymas Lietuvos ežerams pagal fitoplanktono ir cheminius (bendras ir bendras fosforas) kokybės parametrus. Paslaugų pirkimas institucinių gebėjimų stiprinimui tvarkant Nemuno upės baseiną (Pereinamojo laikotarpio projektas Nr. 2004/016-925-04-06). Botanikos institutas.
57. Kasprzak P., Reese C., Koschel R., Schulz M., Hambaryan L., Mathes J., 2005. Habitat characteristics of *Eurytemora lacustris* (Poppe, 1887) (Copepoda, Calanoida): the role of lake depth, temperature, oxygen concentration and light intensity. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 90 (3): 292-309.
58. Kasprzak P., Padisák J., Koschel R., Krienitz L., Gervais F., 2008. Chlorophyll *a* concentration across a trophic gradient of lakes: An estimator of phytoplankton biomass? *Limnologica* 38: 327-338.
59. Kavaliauskienė J. 1996. Lietuvos dumbliai. Vilnius.
60. Kavaliauskienė J., Klimkaitė I., Tamošaitis J. 1999. Druskininkų miesto ir jo apylinkių ežerų ir tvenkinių būklė pagal hidrocheminius ir fitoplanktono vystymosi rodiklius. *Geografijos metraštis*. T. 32. P. 75-86.
61. Kavaliauskienė J., Klimkaitė I., Tamošaitis J., Grigelytė M., Vasiliauskienė M., Skuodienė N., 1997. Žemaitijos ežerų dabartinės būklės įvertinimas. *Geografijos metraštis*. T. 33. P. 126-141.
62. Kilkus K. 1986. Lietuvos draustinių ežerai. Vilnius. P. 143.
63. Kilkus K. 1993. Bendroji hidrologija. Vilnius.
64. Kilkus K. 1998. Lietuvos vandenų geografija. Vilnius.
65. Kilkus K. 2005. Ežerotyra. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. P. 272.

66. Kirilova E. P., Cremer H., Heiri O., Lotter A. F. 2010. Eutrophication of moderately deep Dutch lakes during the past century: flaws in the expectations of water management? *Hydrobiologia* 637: 157-171.
67. Kiselytė T., 1961. *Limnocalanus grimaldii* var. *macrurus* (G. O. Sars) paplitimas Lietuvos TSR ežeruose. Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai, serija C, 1(24): 125-130.
68. Komárek J., Anagnostidis K. 1999. *Cyanoprokariota. Chroococcales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19 (1), Gustav Fisher, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
69. Komárek J., Anagnostidis K. 2005. *Cyanoprokariota. Oscillatoriales*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19 (2), Gustav Fisher, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.
70. Kostkevičienė J., 2009. Algologija. Vilnius. 356 p.
71. Krammer K, Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae. Naviculaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1, Jena.
72. Krammer K, Lange-Bertalot H. 1988. *Bacillariophyceae. Epithemiaceae. Surirellaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2, Jena.
73. Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991a. *Bacillariophyceae. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 3, Jena.
74. Krammer K, Lange-Bertalot H. 1991b. *Bacillariophyceae. Achnantheaceae*, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* ant *Gomphonema*. Süßwasserflora von Mitteleuropa 4, Jena.
75. Krevš A., Mažeikaitė S., Paškauskas R. 2004. Sezoninė planktono bendrijos struktūros kaita Gulbino ežere. *Ekologija* 4: 43-49.
76. Lampert W., Fleckner W., Rai H., Taylor B. E. 1986. Phytoplankton control by grazing zooplankton: A study on the spring clear-water phase. *Limnol. Oceanogr.* 31 (3): 478-490.
77. Lampert W., Sommer U. 2007. *Limnoecology*. Oxford university press.
78. Lee R. E. 2008. *Phycology*. Cambridge university press.

79. Lepistö L., Holopainen A. L., Vuoristo H., Rekolainen S. 2006. Phytoplankton assemblages as a criterion in the ecological classification of lakes in Finland. *Boreal environment research* 11: 35-44.
80. Maniukas J., Virbickas J. (red.) 1975. Lietuvos ežerų hidrobiologiniai tyrimai. Vilnius: Mintis.
81. Mayer J., Dokulil M. T., Salbrechter M., Berger M., Posch T., Pfister G., Kirschner A. K. T., Velimirov B., Steitz A., Ulbricht T. 1997. Seasonal successions and trophic relations between phytoplankton, zooplankton, ciliate and bacteria in a hypertrophic shallow lake Vienna, Austria. *Hydrobiologia* 342/343: 165-174.
82. McCormick P. V. & Cairns J. 1994. Algae as indicators of environmental change. *Journal of Applied Phycology* 6. P. 509–526.
83. McQuoid M. R. and Hobson L. A. 1996. Diatom resting stages. *J. Phycol.* 32. P. 889-902.
84. McQuoid M. R., Godhe A. 2004. Recruitment of coastal planktonic diatoms from benthic versus pelagic cells: variations in bloom development and species composition. *Limnol. Oceanogr.*, 49 (4): 1123-1133.
85. Mehner T., Padisak J., Kasprzak P., Koschel R., Krienitz L. 2008. A test of food web hypotheses by exploring time series of fish, zooplankton and phytoplankton in an oligo-mesotrophic lake. *Limnologica* 38: 179-188.
86. Mills E. L., Forney J. L. 1988. Trophic dynamics and development of freshwater pelagic food webs. In: *Complex interactions in lake communities* (ed. Carpenter S. R.). Springer – Verlag New York Inc. 11-30 p.
87. Minkevičius A. 1959. Lietuvos TSR ežerų fitoplanktonas ir tolimesnės jo tyrimo perspektyvos. *Vilniaus valstybinio V. Kapsuko vardo Universiteto mokslo darbai*, XXIII. Biologija, geografija ir geologija, VI. P. 39-53.
88. Nõges P., 1999. Seasonal variation in trichome length of cyanophytes *Limnothrix planctonica* and *L. redekei* in a large shallow lake. *Algological studies* 94. 261-274.

89. Nõges P., Ott I., 2003. Occurrence, coexistence and competition of *Limnothrix redekei* and *Planktothrix agardhii*: analysis of Danish-Estonian lakes database. *Algological studies* 109:429-441.
90. O'Sullivan P. E., Reynolds C. S. (eds.) 2004. The Lake handbook. Volume 1: Limnology and limnetic ecology.
91. Olden J. D. 2000. An artificial neural network approach for studying phytoplankton succession. *Hydrobiologia* 436: 131-143.
92. Oliver R. L. and Ganf G. G. 2000. Freshwater blooms. In *The ecology of Cyanobacteria. Their diversity in time and space.* Whitton B. A. & Potts M. (eds). Kluwer Academic Publishers. 149-194 p.
93. Padisák J. 1992. Seasonal succession of phytoplankton in large shallow lake (Balaton, Hungary) – a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms. *Journal of ecology* 80: 217-230.
94. Padisák J., Borics G., Grigorszky I., Soróczki-Pintér É. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1-14.
95. Parson T. R., Strickland J. H. D. 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments, with revised equation for ascertaining chlorophylls and carotenoids. *J. Mar. Res.* Vol. 21 (3), 155-163.
96. Paškauskas R. 2000. Ištirti gėlavandenių hidrobiontų struktūros bei funkcijų įvairovė ir ekologinių pokyčių tendencijas skirtingų tipų Lietuvos ežeruose. Botanikos instituto Hidrobotanikos laboratorijos ataskaita (1996-2000). Vilnius
97. Piasecki W. G., Wolska M., 2007. Pelagic Zooplankton as an indicator of lake Pełcz (Westpomerania, Poland) trophic state. *Limnological review* 7, 4: 213-218.
98. Prasad K. V. R., Ghost M., Gaur J. P. 2000. A reconnaissance of species – environment relationships in pond phytoplankton at Varanasi (India). *Biologia, Bratislava* 55. P. 35-42

99. Ptacnik R., Lepistö L., Willén E., Brettum P., Andersen T., Rekolainen S., Lyche Solheim A., Carvalho L. 2008. Quantitative responses of lake phytoplankton to eutrophication in Northern Europe. *Aquat Ecol* 42: 227-236.
100. Rengefors K. 1997. The role of resting cysts in the survival and succession of freshwater dinoflagellates. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from Faculty of Science and Technology* 332. 42 p. Uppsala.
101. Rengefors K., Karlsson I., Hansson L.-A., 1998. Algal cyst dormancy: a temporal escape from herbivory. *Proc. R. Soc. London* 265: 1353-1358.
102. Rengefors K, Gustafsson S, Ståhl-Delbanco A. 2004. Factors regulating the recruitment of cyanobacterial and eukaryotic phytoplankton from littoral and profundal sediments. *Aquat. Microb. Ecol.* 36: 213-226.
103. Reynolds C. S. 1984. Phytoplankton periodicity: the interactions of forms, function and environmental variability. *Freshwater biology* 14: 111-142.
104. Reynolds C. S. 1998. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? *Hydrobiologia.* 369/370. P. 11-26.
105. Reynolds C. S. 2006. *The ecology of phytoplankton.* Cambridge University Press. P. 535.
106. Riemann B., Christoffersen K. 1993. Microbial trophodynamics in temperate lakes. *Marine microbial food webs.* 7 (1). P. 69 – 100.
107. Rosen G., 1981. Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnologica* 13 (2): 263-290.
108. Round F. E., Crawford R. M., Mann D. G., 1990. *The diatoms. Biology and morphology of the genera.*
109. Samchyshyna L. V. 2008. Ecological characteristics of calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine. *Vestnik zoologii,* 42 (2): e32-e37.

110. Schlegel I., Koschel R. and Krienitz L. 2004. On the occurrence of *Phacotus lenticularis* (Chlorophyta) in lakes of different trophic state. *Hydrobiologia*. 369/370. P. 353-361.
111. SCOR-UNESCO, 1966. Determination of photosynthetic pigments in seawater. Monographs on oceanographic methodology, Paris.
112. Shannon C. E., Wiener W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: Univ. Illinois Press.
113. Sokal R. R. and Rohlf F. J. 1995. *Biometry*, 3rd edition. W. H. Freeman and Company, New-York.
114. Sommer U., Gliwicz M., Lampert W, Duncan A. 1986. The PEG model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Arch. Hydrobiol.* 106: 433-71.
115. Sommer U., Sommer F., Santer B., Jamieson C., Boersma M., Becker C., Hansen T. 2001. Complementary impact of copepods and cladocerans on phytoplankton. *Ecology letters* 4: 545-550.
116. Sommer U., Stibor H. 2002. Copepoda – Cladocera – Tunicata: The role of three major mesozooplankton groups in pelagic food webs. *Ecological research* 17: 161-174.
117. Ståhl-Delbanco A. 2004. Recruitment from resting stages among bloom-forming cyanobacteria. A doctoral thesis. Lund.
118. Starmach K. 1966. Flora słodkowodna Polski. *Cyanophyta-Sinice. Glaucophyta-Glaucofity*. Warszawa.
119. Starmach K. 1985. Chrysophyceae and Haptophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1, Jena.
120. Starmach K. 1989. *Plankton roślinny wód słodkich*. Warszawa – Kraków.
121. Szelaż-Wasielewska E. 2007. Trophic state assessment based on late summer phytoplankton community structure: a case study for epilimnetic lake water. *Oceanological and Hydrobiological studies* Vol. XXXVI, No 3. P. 53-63.

122. Tijdens M., Van de Wall D., Slovackova H., Hoogveld H. L., Gons H. J. 2008. Estimates of bacterial and phytoplankton mortality caused by viral lysis and microzooplankton grazing in a shallow eutrophic lakes. *Freshwater biology* 53: 1126-1141.
123. Trifonova I. 1998. Phytoplankton composition and biomass structure in relation to trophic gradient in some temperate and subarctic lakes of northwestern Russia and the Prebaltic. *Hydrobiologia* 369/370: 99-108.
124. Valiuškevičius G. 2007. Mažieji Lietuvos ežerai: ištekliai, genezė, hidrologija. Vilnius, Vilniaus universiteto leidykla.
125. Van Dam H., Mertens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from Netherlands. *Netherlands journal of aquatic ecology* 28 (1): 117-133.
126. Vijverberg J., Boersma M., 1997. Long term dynamics of small-bodied and large-bodied cladocerans during the eutrophication of shallow reservoirs, with special attention for *Chydorus sphaericus*. *Hydrobiologia* 360: 233-242.
127. Watson S. B., McCauley E., Downing J. A. 1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limnol. Oceanogr.* 42 (3): 487-495.
128. Wehr J. D., Sheath R. G. (eds.) 2003. *Freshwater algae of North America. Ecology and classification.* Academic press.
129. Wetzel R.G. 1983. *Limnology.* Horcourt Brace College Publishers.
130. Wetzel R.G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems.* Academic press.
131. Willén E. 1991. Planktonic diatoms – an ecological review. *Algological studies* 62: 69-106.
132. Willén E. 2001. Phytoplankton and water quality characterization: experiences from Swedish large lakes Mälaren, Hjälmaren, Vättern and Vänern. *Ambio* Vol. 30. No. 8: 529-537.

133. Wojciechowska W., Solis M., Pasztaleniec A., Poniewozik M. 2002. Summer phytoplankton composition in 26 lakes of Łęczna Włodawa Lakeland. *Annales universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Vol LVII, Sectio C*: 1-12.
134. Zingel P., Haberman J. 2008. A comparison of zooplankton densities and biomass in Lake Peipsi and Võrtsjärv (Estonia): rotifers and crustaceans versus ciliates. *Hydrobiologia* 599: 153-159.
135. Абакумова Б. А. 1983. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Ленинград.
136. Алеев Ю. Г. 1990. Топоекологические категории и екоморфы гидробионтов. *Гидробиол. журн.* 26 (1): 3-7.
137. Бульон В. 1983. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. Наука. С. 150
138. Боруцкий Е. В., Кос М. С., Степанова Л. А. 1991. Определитель *Calanoida* пресных вод СССР. Санкт-Петербург: Наука.
139. Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П., Паламарь-Мордвинцева Г. М., Ветрова З. И., Кордюм Е. Л., Мошкова Н. А., Приходькова Л. П., Коваленко О. В., Ступина В. В., Царенко П. М., Юнгер В. П., Радченко М. И., Виноградова О. Н., Бухтиярова Л. Н., Разумна Л. Ф. 1989. Водоросли. Справочник. Киев.
140. Вежновец, В.В. 1984. Биология реликтового рачка *Limnocalanus grimaldii* var. *macrurus* и его продукционно-энергетическая характеристика. Автореферат дисс. канд. биологических наук. Минск. 24 с.
141. Голлербах М. М., Полянский В. И. 1951. Пресноводные водоросли и их изучение (1). Общая часть. Москва.
142. Гутельмахер Б. Л. 1986. Метаболизм планктона как единого целого. Ленинград. Наука. 155 с.
143. Давидова Н. Н. 1986. Реконструкция развития озерных экосистем по материалам изучения их донных отложений. В.: История озер. Рациональное использование и охрана озерных водоемов. Минск.

144. Дедусенко-Щеголева Н. Т., Голлербах М. М. 1962. Определитель пресноводных водорослей СССР (5). Желтозеленые водоросли – Xanthophyta. Москва.
145. Кавалаяускене Я. Ю. 1979. Видовой состав фитопланктона озер Дуся, Галстас, Шлавантас и Обялия в 1970-1975 гг. Lietuvos TSR Mokslų akademijos darbai. C serija. P. 21-31.
146. Киселев И. А. 1954. Определитель пресноводных водорослей СССР (6). Пирофитовые водоросли. Москва.
147. Киселите Т. С., Найнайте О. И., 1969. Зоопланктон 14 озер бассейна р. Жеймена. Труды Академии наук Литовской ССР, Серия В. 2(49): 93-115.
148. Крючкова Н. М., 1989. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона. Москва. Наука. 124 с.
149. Матвиенко А. М. 1954. Определитель пресноводных водорослей СССР (3). Золотистые водоросли. Москва.
150. Михеева Т. М. 1983. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск.
151. Мордухай-Болтовской Ф. Д., Старобогатов Я. И., 1977. Класс Ракообразные. Crustacea. В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Ленинград: 212-259.
152. Никанорова А. М. 1989. Справочник по гидрохимий. Ленинград.
153. Паламарь-Мордвинцева Г. М. 2003. Флора водорослей континентальных водоемов Украины. Десмидовые водоросли. Часть I. Киев.
154. Паламарь-Мордвинцева Г. М. 2005. Флора водоростей континентальных водоемов Украины. Десмидієві водорості. Частина II. Київ.
155. Попова Т. Г. 1955. Определитель пресноводных водорослей СССР (7). Эвгленовые водоросли. Москва.
156. Салазкин А. А., Иванова М. Б., Огородникова В. А. 1984. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических

исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция.
Ленинград.

157. Саут Р., Уиттик А. 1990. Основы алгологии. Москва: Мир.
158. Сушня Л. М., Семенченко В. П., Вежновец В. В., 1986. Биология и продукция ледниковых реликтовых ракообразных. Минск: Наука и техника.
159. Трифонова, И. С. 1990. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Ленинград.
160. Хомскис В. 1969. Динамика и термика малых озер. Вильнюс.
161. Царенко П. М. 1990. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев, 208 с.
162. Щербак В. И., Сиренко Л. А., Кузьминчук Ю. С. 2006. Динамика содержания хлорофилла *a* в зависимости от структуры фитопланктона (на примере р. Тетерев). Гидробиол. журн. 42 (4): 38-48.

MOKSLINIŲ PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS

Straipsniai:

1. Kalytytė D. 2007. Summer phytoplankton in deep Lithuanian lakes. *Ekologija*, Vol. 53. No. 4. P. 52–58.
2. Arbačiauskas K., Kalytytė D. 2010. Occurrence and interannual abundance variation of glacial relict calanoids *Limnocalanus macrurus* and *Eurytemora lacustris* in Lithuanian lakes. *Acta Zoologica Lituanica*, Vol. 20. No. 1. P. 61–67.

Konferencijų tezės:

1. Kalytytė D. 2005. Didžiųjų Lietuvos ežerų fitoplanktono struktūros ypatumai. VIII – oji Lietuvos jaunųjų hidroekologų konferencija „Vandens ekosistemų įvairovė, funkcionavimas ir kaita“, Anykščiai: p. 23.
2. Kalytytė D. 2006. Vasarinis fitoplanktonas didžiuosiuose Lietuvos ežeruose. Tarptautinė jaunųjų tyrėjų konferencija “Aplinka ir pasaulis” pranešimų santraukų rinkinys, Šiauliai: p. 26-28.
3. Kalytytė D. 2006. Phytoplankton structure and abundance in Lithuanian large lakes. European Large Lakes Symposium 2006 – Ecosystem changes and their ecological and socioeconomic impact. Programme and abstracts, Tartu: p. 69-70.
4. Kalytytė D. 2006. Seasonal dynamics of phytoplankton in Lake Nevardas, Lithuania. 2nd Regional student conference “Biodiversity and functioning of aquatic ecosystems in the Baltic sea region”. Programme, abstracts & list of participants, Klaipėda: p. 22-23.
5. Kalytytė D. 2007. Giliųjų Lietuvos ežerų vasaros fitoplanktonas. X – oji Lietuvos jaunųjų hidroekologų konferencija „Vandens ekosistemų įvairovė, funkcionavimas ir kaita“, Molėtai: p. 29

6. Kalytytė D. 2008. Seasonal dynamics of phytoplankton of deep Lithuanian lakes. 3rd International student conference „Biodiversity and functioning of aquatic ecosystems in the Baltic sea region”. Programme, abstracts & list of participants, Klaipėda (Juodkrantė): p. 29-30.
7. Kalytytė D. 2009. Summer metazooplankton in deep Lithuanian lakes. 4th International student conference „Biodiversity and functioning of aquatic ecosystems in the Baltic sea region”. Dubingiai: p. 10.

DISERTACIJOS PRIEDAI

TRUMPAS TERMINŲ ŽODYNĖLIS

Abiotiniai veiksniai – fizikiniai ir cheminiai aplinkos veiksniai.

Antropogeninis poveikis – žmogaus poveikis gamtai.

Biotiniai veiksniai – gyvosios gamtos veiksniai (zooplanktono, virusų, žuvų, augalų išskiriamos alelopatinės medžiagos).

Cista – nejudri ląstelė nepalankioms aplinkos sąlygoms iškęsti.

Diapauzės – organizmų vystymosi periodas, kai laikinai sulėtėja medžiagų apykaita.

Epilimnionas – stratifikuotuose ežeruose viršutinis, gerai išmaišomas vandens sluoksnis virš termoklino.

Eufotinė zona – viršutinis vandens telkinio sluoksnis, kuriame pakanka šviesos fotosintezei.

Eutrofikacija – vandenių praturtinimas biogeninėmis medžiagomis, ypač azoto ir fosforo junginiais, skatinančiais dumblių augimą.

Fitoplanktonas – vandens telkinio stovimeje pasyviai plūduriuojančių arba aktyviai judančių dumblių ir melsvabakterių visuma.

Hipolimnionas – stratifikuotuose ežeruose priedugninis vandens sluoksnis žemiau termoklino.

Hidrobiontai – gyvūnai, kurie visą gyvenimą praleidžia vandenyje.

Melsvabakterės – anksčiau vadintos melsvadumbliais, fotosintetinantys prokariotiniai organizmai.

Miksotrofai – organizmai mintantys mišriu mitybos būdu.

Meroplanktonas – organizmai, vieną gyvenimo ciklo dalį praleidžiantys bentose, kitą – planktone.

Metazooplanktonas – irklakojai ir šakotaūšiai vėžiagyviai.

Mezotrofinis – vidutiniškai turtingas maisto medžiagų, vidutiniškai produktyvus vandens telkinys.

Oligotrofinis – neturtingas maisto medžiagų, mažo produktyvumo vandens telkinys.

Planktonas – smulkių organizmų, gyvenančių vandens storumėje, visuma. Skirstomas į fitoplanktoną ir zooplanktoną.

Termoklinas (terminis spūdis) – vandens sluoksnis su ryškiu vertikaliu neigiamu temperatūros gradientu, daug didesniu negu viršuje ir apačioje esančiuose sluoksniuose.

Zooplanktonas – vandens telkinio storumėje aktyviai judančių smulkių gyvūnų visuma.

1 lentelė. Fitoplanktono rūšių sąvadas.

Taksonas	rūšies ekologinė charakteristika	Asveja	Balušas	Balušai	Daugai	Dusia	Nevardas	Plateliai	Seitijis	Sakarvai	Ukojas
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CYANOPHYTA (CYANOBACTERIA)											
CYANOPHYCEAE											
Chroococcales											
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. et G. S. West	P	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1
<i>Aphanocapsa holsaica</i> (Lemmermann) Cronberg et Komárek	P	-	-	2	-	-	1	-	-	-	1
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg et Komárek	P	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<i>Aphanocapsa</i> sp.		-	-	1	-	-	-	2	1	-	-
<i>Aphanothece clathrata</i> W. et G.S. West	P	1	-	1	1	-	-	1	2	1	-
<i>Aphanothece nidulans</i> Richter in Wittrock & Norstedt *	E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aphanothece</i> sp.		2	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	P	-	1	1	-	-	-	1	-	1	-
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	E	4	1	1	1	-	1	2	1	2	2
<i>Chroococcus</i> sp. 1		2	1	1	2	-	-	-	-	-	1
<i>Chroococcus</i> sp. 2		-	1	-	-	-	-	1	1	-	1
<i>Coelasmaerium kuetzingianum</i> Nägeli	P	2	2	2	2	-	1	1	1	-	2
<i>Cyanodictyon</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gloeocapsa</i> spp.		1	-	1	-	-	1	1	-	1	1
<i>Gleothece subtilis</i> Skuja *	E	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Gomphosphaeria aponina</i> Kützing	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing	P	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	E	1	1	-	1	2	1	-	3	2	2
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	E	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1

1 | lentelės tęsinys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Microcystis endophytica</i> (G. M. Smith) Elenkin	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Microcystis viridis</i> (A. Braun in Robenhorst) Lemm.	P	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Snowella lacustris</i> (Chodat) Komárek et Hindák	P	2	1	2	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Snowella litoralis</i> (Häyrén) Komárek et Hindák	P	2	-	-	2	2	1	-	-	-	-	-
<i>Snowella septentrionalis</i> Komárek et Hindák	P	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synechocystis</i> sp.		3	4	1	3	3	1	3	2	4	4	4
<i>Rhabdoderma lineare</i> Schmidle et Lauterborn	P	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Rhabdoglea smithii</i> (R. et F. Chodat) Komárek	P	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin	P	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Oscillatoriales												
<i>Komvophoron</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Leptolyngbya</i> sp.		-	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
<i>Limnothrix planctonica</i> (Woloszynska) Meffert	P	1	-	-	-	-	3	2	-	1	4	-
<i>Limnothrix redekei</i> (Van Goor) Meffert	P	-	4	-	-	4	5	2	-	1	4	1
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Anagn. et. Komárek	E	-	-	-	-	1	4	-	1	2	1	-
<i>Planktolyngbya agardhii</i> (Gomont) Anagn. et. Komárek	P	2	5	-	-	1	1	2	-	1	3	1
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Komáreková-Legnerová et Cronberg	P	-	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-
<i>Phormidium</i> sp.		-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh ex Gomont	E	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Oscillatoria tenuis</i> Agardh ex Gomont	E	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.		1	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-
Nostocales												
<i>Anabaena flos-aqua</i> Bérb	P	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb		1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1
<i>Anabaena</i> sp.	P	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	P	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aphanizomenon</i> sp.	P	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1

1 | lentelės tęsinys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CHROMOPHYTA												
DINOPHYCEAE												
Peridinales												
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F. Müller) Bergh	P		1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>Glenodinium penardiiforme</i> (Lind.) Schiller	P		-	2	1	2	1	-	1	-	-	-
<i>Glenodinium quadridentis</i> (Stein) Schiller	P		-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Glenodinium</i> sp.			1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Gymnodinium</i> spp.			-	-	-	1	2	1	-	-	-	1
<i>Peridinium aciculiferum</i> Lemmermann	P		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Peridinium bipes</i> Stein	P		-	-	-	-	-	2	1	-	1	1
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	P		1	-	1	2	2	-	2	-	1	1
<i>Peridinium</i> sp.	P		-	2	-	-	1	1	-	-	-	-
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonadales												
<i>Cryptomonas marsonii</i> Skuja	P		-	-	1	1	-	-	-	-	-	1
<i>Cryptomonas ovata</i> Skuja	P		1	1	-	1	4	1	2	2	3	4
<i>Cryptomonas</i> sp. (20*16 µm)			-	-	1	1	2	-	-	-	-	1
<i>Cryptomonas</i> sp. (30*20 µm)			2	-	1	-	1	1	-	1	1	-
<i>Rhodomonas</i> sp.			2	2	4	3	4	1	2	3	4	3
CHRYSOPHYCEAE												
Rhizochrysidales												
<i>Chrysamoeba</i> sp.			1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Chromulinales												
<i>Chromulina nebulosa</i> Cienk. *	P		-	2	1	-	-	-	3	-	2	-
<i>Chromulina</i> sp. 1			1	-	-	-	-	1	-	3	3	3
<i>Chromulina</i> sp. 2			-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Chrysococcus</i> sp.			-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Keplhyrion</i> sp.			-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Mallomonas acaroides</i> Perty	P		2	1	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Mallomonas</i> cf. <i>charkoviensis</i> Swir.	P		-	1	1	1	-	-	2	1	1	1
<i>Mallomonas denticulata</i> Matv. *	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Mallomonas</i> cf. <i>helvetica</i> Pasch.	P		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

1 lentes tesinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Mallomonas cf. tonsurata</i> Teil.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Ochromonadales											
<i>Desmarella moniliformis</i> Kent *	B	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Dinobryon bavaricum</i> O.E. Imhof	P	1	2	2	2	4	1	1	-	1	-
<i>Dinobryon crenulatum</i> W. et G. S. West *	P	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2
<i>Dinobryon divergens</i> O.E. Imhof	P	1	4	2	1	2	1	2	2	4	4
<i>Dinobryon pediforme</i> (Lemm.) Steinecke	P	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinobryon petiolatum</i> Willen *	P	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Dinobryon sociale</i> (Brunnth.) Bachmann	P	3	-	2	4	4	1	1	-	1	5
<i>Dinobryon suecicum</i> Lemm. *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dinobryon</i> sp.		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Monosiga varians</i> Skuja *	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ochromonas mutabilis</i> Klebs *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ochromonas pallida</i> Korsch. *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ochromonas</i> sp.		2	-	2	2	-	-	1	3	1	-
<i>Salpingoeca oblonga</i> Stein *	B	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salpingoeca semiovata</i> (Schiller) Starmach *	B	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Salpingoeca</i> sp.		3	-	3	4	2	1	1	3	2	2
<i>Syncrypta pallida</i> (Korsikov) Bourelly	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Syncrypta volvox</i> Ehr.	P	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Synura</i> sp.		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Sphaleromantis ochracea</i> Pascher *	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Uroglena americana</i> Lemm.	P	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
BACILLARIOPHYCEAE											
Centrales											
<i>Atheya zachariasii</i> Brun.	P	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	P	-	4	-	-	-	2	-	1	-	2
<i>Aulacoseira islandica</i> (Ehrenberg) Simonsen	P	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	P	2	2	3	-	-	-	-	-	1	-
<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenst.	P	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cyclotella comensis</i> Grun.	P	3	6	6	4	2	-	4	4	4	4

1 | lentes tesinys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	P		-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	P		-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclotella planktonica</i> Brunnth.	P		-	-	-	-	-	3	-	1	-	2
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	P		-	-	-	1	1	-	-	1	-	-
<i>Cyclotella stelligera</i> Cl. et Grun	P		1	-	-	-	-	-	1	2	2	-
<i>Cyclotella</i> sp. (12-16 µm)			3	2	3	-	1	-	2	-	1	3
<i>Cyclotella</i> sp. (20 µm)			1	2	1	2	-	2	2	2	1	1
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	E		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zacharias	P		1	2	-	2	-	3	1	-	2	1
<i>Stephanodiscus astraceae</i> (Ehr.) Grun.	P		-	1	-	-	1	-	-	1	1	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	P		-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus</i> sp.			-	1	-	-	-	1	1	1	-	4
Penales												
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Ostenfeld) Hustedt	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	P		1	-	-	1	-	-	1	-	1	1
<i>Amphiprora ornata</i> Bail *	B		-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora ovalis</i> Kützing	B		-	1	1	-	-	1	-	1	-	-
<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kützing	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	P		4	3	3	4	4	2	2	4	4	2
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cl.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Sm.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cymatopleura turicensis</i> Meist. *	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	P		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Cymbella cymbiformis</i> (Ag. Kütz.) V. II	B		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenb.) Kirchn.	B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella tumida</i> var. <i>borealis</i> Grun. *	B		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	B		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Compylodiscus noricus</i> Ehr.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenb.) Kirchn.	E		-	-	-	-	-	3	-	-	-	-

1 | lentes tesinys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	E		-	-	-	-	-	-	2	3	3	-
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	B		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Epithemia zebra</i> (Ehrenberg) Kützing	B		-	1	1	1	-	-	1	1	1	-
<i>Eunotia fallax</i> A. Cl. *	E		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	P		-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	E		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	P		4	4	6	2	4	1	4	5	4	5
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Gyrosigma strigile</i> (W. Sm.) Cleve	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	B		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema acuminatum</i> var. <i>coronatum</i>	B		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) H. F. Van Heurck	B		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula anglica</i> Rafl	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Navicula hungarica</i> var. <i>capitata</i> Cl.	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Navicula mutica</i> (Kütz.) Cl.	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	B		1	1	-	1	-	-	1	-	-	-
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	B		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp 1. (38*8 µm)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Navicula</i> sp 2. (48*8 µm)			-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i> sp 3. (17*7 µm)			-	-	1	1	1	1	1	1	-	-
<i>Neidium affine</i> (Ehr.) Cl. *	B		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Neidium iridis</i> (Ehr.) Cl.	B		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	P		1	2	2	1	1	1	3	-	-	1
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	B		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Hantzsch	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i> sp.			-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> cf. <i>acrosphaeria</i> Bréb.	P		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-

1 lentes tesinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>mesogongy/la</i> (Ehr.) Hust.	E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	B	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch.) Ehrenb.	E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Pinnularia</i> sp.1 (48*18)		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Pinnularia</i> sp.2 (38*8)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Synedra acus</i> Kützing	P	1	4	1	2	2	4	2	1	3	2
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> Grunov	P	1	3	-	2	2	2	-	2	3	1
<i>Synedra minuscula</i> Grun.	B	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-
<i>Synedra parasitica</i> (W. Sm.) Hust.	B	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Synedra tabulata</i> (C. Agardh) Kütz.	B	-	2	1	4	-	1	3	2	3	1
<i>Synedra ulna</i> (Kützing) Grunov	E	-	2	1	1	1	1	-	-	2	2
<i>Synedra</i> sp.		-	1	-	2	2	-	-	2	2	1
<i>Surirella biseriata</i> Bréb.	B	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Surirella didyma</i> Kütz.	B	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	P	-	2	-	-	1	1	-	1	1	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>asterionelloides</i> Grun.	P	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
XANTOPHYCEAE											
<i>Centractus belonophorus</i>	P	1	1	1	2	-	1	2	2	1	1
<i>Goniochloris laevis</i> Pascher	P	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Ophiocytium</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
EUGLENOPHYTA											
EUGLENOPHYCEAE											
Euglenales											
<i>Euglena acus</i> Ehrenb.	P	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Euglena gracilis</i> Klebs *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Euglena hemichromata</i> Skuja *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Euglena polymorpha</i> Dang. *	P	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
<i>Euglena proxima</i> Dang.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

1 l lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Euglena variabilis</i> Klebs	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Euglena viridis</i> Ehr.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Euglena</i> spp.		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Lepocinclis elongata</i> (Swir.) Conrad *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Lepocinclis</i> cf. <i>fusiformis</i> (Carterr) Lemm	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Lepocinclis</i> Steinii Lemm *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Menoidium pellucidum</i> Perty *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Phacus orbicularis</i> f. <i>communis</i> Popova	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Rhabdomonas incurva</i> Fres. *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) F. Stein	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas abrupta</i> Swirenko	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas abrupta</i> var. <i>obesa</i> (Playf.) Defl	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas bulla</i> Stein.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) F. Stein	P	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1
<i>Trachelomonas caudata</i> (Ehrenberg) F. Stein	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>globularis</i> (Awerr) Lemm	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Trachelomona oblonga</i> Lemm.	P	-	2	-	1	1	1	-	1	1	1
<i>Trachelomonas rotunda</i> Swir *	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	P	-	2	1	1	-	1	-	1	1	1
<i>Trachelomonas</i> sp. (42*12 μm)		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Trachelomonas</i> spp.		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
CHLOROPHYTA											
CHLOROPHYCEAE											
<i>Volvocales</i>											
<i>Carteria lohamari</i> Skuja	P	1	1	-	-	2	-	2	-	-	-
<i>Carteria</i> sp.		-	-	2	2	-	-	-	1	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1 (20 μm)	P	1	1	2	2	3	1	2	2	1	1
<i>Chlamydomonas</i> sp. 2 (8 μm)	P	-	-	1	1	-	-	-	2	-	-

1 | lentelės tęsinys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Chloromonas acidophila</i> (Nygaard) Gerloff et Ettl *			-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Chloromonas</i> sp. (17*12 µm)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phacotus lenticularis</i> (Ehrenberg) A. Stein	P		3	3	4	4	3	1	2	4	4	5
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müller) Bory de Saint-Vincent	P		-	-	-	1	-	1	-	1	-	-
<i>Provasoliella sinica</i> (Skvortzov) *	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Provasoliella</i> sp.			-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Chlorococcales												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Ankyra judayi</i> (G.M. Smith) Fott	P		-	-	-	2	-	1	-	2	4	-
<i>Characium ornitocephalus</i> A. Braun	B		-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Characium</i> sp.			-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Chlorella</i> sp.			-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Chlorococcum</i> sp.			-	-	1	2	2	1	1	-	1	1
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	P		-	-	1	-	-	-	-	-	1	1
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	P		1	1	1	-	2	1	-	2	-	1
<i>Coenochloris</i> sp.			-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coenocystis subcilindrica</i> Korshikov	P		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (G.Kirehner) W. et G.S. West	P		-	-	1	-	-	1	-	-	1	1
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárk.	P		1	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Dactylophaerium jurisii</i> Hindák	P		-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dictyosphaerium cf. subsolitaria</i> Wood	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Didimocystis inermis</i> Fott	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Didimocystis planctonica</i> Korshikov	P		2	-	1	1	1	1	-	-	1	1
<i>Eutetramorus foitii</i> (Hindák) Komárek	P		-	1	2	1	-	2	1	2	1	2
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Korshikov) Bourrelly	P		1	2	2	2	1	-	2	2	3	1
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Golenkintopsis solitaria</i> (Korshikov) Korshikov	P		-	-	-	-	1	2	-	-	1	1

1 | lentes tesynys

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Kirchneriella arcuata</i> G.M. Smith	P		2	2	1	1	1	-	2	2	2	3
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	P		-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Kirchneriella</i> spp.				2	-	-	-	-	1	-	-	1
<i>Korschikoffella limnetica</i> (Lemm.) Silva	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Lagerheimia ganewensis</i> (Chodat) Chodat	P		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Micractinium pussillum</i> Fresenius	P		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korsch.) Hindák	P		-	-	-	1	1	1	-	1	-	-
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Komárk.-Legn.	P		-	-	1	1	-	1	-	-	-	-
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Smith) Komárk.-Legn.	E		-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard	E		-	2	1	2	1	3	1	-	3	1
<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárk.-Legn.	E		-	1	-	1	-	2	-	-	-	2
<i>Monoraphidium tortile</i> (W. et G.S. West) Komárk.-Legn.	E		-	-	-	-	-	2	1	-	-	-
<i>Nephrochlamys willeana</i> (Printz) Korschikov	P		2	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Oocystis borgei</i> Snow	P		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	P		-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann	P		1	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Oocystis parva</i> W. et G.S. West	P		1	-	1	1	1	-	1	2	-	-
<i>Oocystis rhomboidea</i>	P		4	4	4	4	4	2	4	3	4	5
<i>Oocystis solitaria</i> Witt	P		4	-	-	1	-	-	-	3	-	-
<i>Oocystis</i> spp.	P		-	1	1	2	-	1	1	-	1	2
<i>Pediastrum biradatum</i> var. <i>longecornutum</i> Gutw	P		-	-	1	-	-	1	-	-	1	1
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	P		1	-	1	1	-	1	-	-	1	1
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	P		-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	P		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	P		1	2	2	-	-	-	-	-	1	1
<i>Quadrigula closteroides</i> (Bohlin) Printz	P		-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Quadrigula korschovii</i> Komárk	P		3	-	1	1	-	-	-	1	1	-
<i>Radiococcus nimbatus</i> (De Wildeman) Schmidle	P		-	-	-	2	-	-	-	-	1	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chodat	P		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1 | lentelės tęsinys

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	P	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus armatus</i> Chodat	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohlin	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus caudato-aculeolatus</i> Chodat	P	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus circumfusus</i> Hortobagyi	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Scenedesmus dispar</i> Bréb	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott et Komárek	P	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	P	1	1	2	4	-	1	2	1	1	1
<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	P	-	-	1	2	-	-	1	-	1	1
<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Scenedesmus microspina</i> Chodat	P	1	1	-	-	2	1	-	-	-	1
<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen	P	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus opoliensis</i> P.G. Richter	P	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson.	P	1	1	1	-	2	1	2	-	1	1
<i>Scenedesmus</i> cf. <i>quadrispina</i> Chodat	P	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat	P	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Scenedesmus subspicatus</i> Chodat	P	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	P	1	1	2	2	1	1	-	-	-	1
<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.	P	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Selenastrum gracilis</i> Reinch	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korchikov) Bourr.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Tetrachlorella alternans</i> (G.M. Smith) Korshikov	P	1	-	1	2	-	1	-	-	1	1
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgird	P	3	2	2	2	1	1	2	2	1	1
<i>Tetrastrum komarekii</i> Hindák	P	2	2	1	1	-	2	-	-	2	2
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Thorachloris nygaardii</i> Fott	P	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-
<i>Willaea vilhelmii</i> (Fott) Komárek	P	1	-	1	1	-	-	-	2	1	1
<i>Westella botryoides</i> (W. West) De Wild	P	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1

1 lentes tēsīns

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tetrasporales											
<i>Asterococcus limneticus</i> G.M. Smith *		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Ulotrichales											
<i>Elacatothrix acuta</i> Pascher	P	-	1	1	2	-	1	-	2	2	2
<i>Elacatothrix genevensis</i> Hindák	P	2	-	1	-	2	-	1	-	-	-
Zygnematales											
<i>Closterium acutum</i> Brébisson	P	2	-	1	1	-	1	-	1	1	1
<i>Closterium aciculare</i> Tuffen West	E	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
<i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehr. ex Ralfs	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Closterium cf. gracile</i> Brébisson ex Ralfs	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Closterium</i> sp.	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski	P	1	1	2	2	-	1	2	-	1	-
<i>Cosmarium cf. formosulum</i>	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	P	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cosmarium margaritatum</i> (P. Lundell) J. Roy & P. Bisset	P	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex Ralfs	P	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium</i> sp. 1		-	-	-	1	-	-	-	1	1	1
<i>Cosmarium</i> sp. 2		2	-	-	1	-	1	-	-	-	-
<i>Staurastrum cf. gracile</i> Ralfs ex Ralfs	P	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-
<i>Staurastrum mansfeldtii</i> Delponte *	P	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-
<i>Staurastrum tetracerum</i> Ralfs	E	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i> sp.		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-

B – bentosas, E – meroplanktonas, P – planktonas,

"-" – rūšis nerasta, "1" – < 1% bendro fitoplanktono gausumo, "2" – 1-5%, "3" – 5-10%, "4" – 10-30%, "5" – 30-50%, "6" – >50%.

* – naujai rastos rūšys.

2 lentelė. Metazooplanktono rūšių sąrašas.

	Asveja	Baluošas	Baluošai	Daugai	Dusia	Plateliai	Seirijis	Šakarvai	Ūkojas
Rūšys									
CRUSTACEAE									
COPEPODA									
Calanoida									
Centropagidae									
<i>Limnocalanus macrurus</i> (G. O. Sars)	-	+	-	-	-	-	-	+	+
Temoridae									
<i>Eurytemora lacustris</i> Poppe	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Heterocope appendiculata</i> (G. O. Sars)	-	+	+	-	+	+	-	+	-
Diaptomidae									
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G. O. Sars)	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> Lilljeborg	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Cyclopoidea									
Cyclopidae									
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclops</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops crassus</i> Fischer	-	-	+	+	+	+	+	+	+
CLADOCERA									
Halopedidae									
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Levin)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müller)	-	-	-	+	-	-	+	-	-
Bosminidae									
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Müller)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bosmina coregoni</i> (Baird)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Euryceridae									
<i>Alona affinis</i> Leydig	-	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller)	+	+	-	+	+	-	+	+	+
Daphniidae									
<i>Daphnia cucullata</i> Sars	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Daphnia cristata</i> Sars	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Daphnia galeata</i> Sars	+	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Daphnia hyalina</i> (Leydig)	+	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Daphnia longispina</i> (O. F. Müller)	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Müller)	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Müller)	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Leptodoridae									
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cercopagidae									
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	+	-	+	+	-	-	+	+	+

"-" – rūšis nerasta

3 lentelė. Išėdamo fitoplanktono (<50 μm) ir vėžiagyvių vidutinė biomasė tirtuose ežeruose 2004-2006 m. liepos mėn.

Ežeras	Fitoplanktono (<50 μm) biomasė, mg/l	Vėžiagyvių biomasė, mg/l	
		Filtratoriai	Plėšrūs
Aveja	0.32±0.32	0.49±0.28	0.35±0.17
Baluošai	0.22±0.12	1.20±0.09	0.07±0.09
Daugai	0.28±0.11	0.48±0.22	0.53±0.27
Baluošas	0.17±0.02	0.44±0.04	0.09±0.02
Šakarvai	0.14±0.07	1.03±0.72	0.25±0.27
Ūkojas	0.56±0.42	0.15±0.08	0.06±0.02
Dusia	0.40±0.24	2.18±0.92	0.15±0.13
Plateliai	0.23±0.17	0.74±0.19	0.08±0.03
Seirijis	0.15±0.07	2.52±0.84	0.08±0.06